



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de ingeniería térmica y de fluidos.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería técnica industrial

Especialidad mecánica

Proyecto de aire acondicionado, calefacción
por suelo radiante y agua caliente solar para
una vivienda unifamiliar en Sevilla.

Autor: Ismael Mousa Puente

Tutor: Celia Sobrino Fernández

Leganés, enero de 2012

Resumen

El presente documento es un proyecto de climatización y agua caliente solar para una vivienda unifamiliar situada en Sevilla. El proyecto cuenta con una descripción de los cálculos necesarios para el dimensionamiento de las instalaciones consideradas en él, la descripción de las soluciones adoptadas para satisfacer las necesidades de climatización y ACS y un conjunto de anexos con los resultados de los cálculos realizados, las características principales de las máquinas más importantes a instalar en la obra y un presupuesto con una estimación de los costes de todas las instalaciones y una descripción pormenorizada de cada concepto incluido en el proyecto.

Además se añade una serie de comentarios sobre los sistemas elegidos y comparaciones en cuanto a confort, costes de la instalación, costes de operación e impacto ambiental con otras posibles soluciones que podrían satisfacer las mismas necesidades.

Palabras clave: instalaciones, aire acondicionado, suelo radiante, radiadores, energía solar, Código Técnico de la Edificación, RITE.

Índice

Resumen	2
Índice	3
Índice de Imágenes	7
Índice de tablas	8
Memoria.....	9
<hr/>	
1. Introducción	10
1.1. Sistemas proyectados	10
1.2. Producción de frío y calor en la vivienda.....	11
1.2.1. Caldera de condensación	11
1.2.2. Bomba de calor	12
1.3. Estimación del consumo energético de la vivienda	13
1.3.1. Sistema de bomba de calor	13
1.3.2. Sistema de caldera y suelo radiante.....	14
2. Objeto	16
3. Descripción de la vivienda.....	16
4. Normativa aplicable	16
5. Condiciones de diseño y estimación de cargas.....	16
5.1. Condiciones termohigrométricas.....	16
5.1.1. Condiciones exteriores.....	17
5.1.2. Condiciones interiores.....	18
5.2. Transmitancias térmicas de los cerramientos.....	19
5.3. Comprobación de las condensaciones	19
5.3.1. Condensaciones superficiales	19
5.3.2. Condensaciones intersticiales	20
5.4. Nivel de ocupación	22
5.5. Niveles de ventilación.....	22

6.	Descripción de la instalación	23
6.1.	Refrigeración	23
6.2.	Calefacción	24
6.2.1.	Suelo radiante	24
6.2.2.	Radiadores.....	25
6.3.	Agua caliente Sanitaria	25
6.3.1.	Sistema de captación y acumulación	26
6.3.2.	Cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria solar	28
7.	Cargas térmicas	30
7.1.	Cargas térmicas en verano	30
7.1.1.	Calor sensible	30
7.1.2.	Calor latente	31
7.2.	Cargas térmicas en invierno.....	31
7.2.1.	Pérdida térmica de diseño por transmisión	32
7.2.2.	Pérdida térmica de diseño por ventilación	32
8.	Limitación de la demanda energética.....	34
9.	Chimenea	34
9.1.	Cálculo de chimeneas según UNE 13384-1 2003.	35
10.	Distribución de aire.....	36
10.1.	Conductos	36
10.2.	Difusores y rejillas	36
11.	Tipo de control y descripción funcional	36
12.	Ruidos y vibraciones	36
Presupuesto.....		38
Climatización		39
Calefacción.....		46
Energía solar		52

Conclusiones..... 55

Resumen características de la vivienda.....	56
Resumen de la instalación de calefacción	56
Resumen de la instalación de aire acondicionado.....	57
Resumen de la instalación de agua caliente sanitaria.....	58
Trabajos futuros.....	59
Bibliografía.....	59

Anexos de cálculo 61

Anexo 1. Exigencias de ventilación	62
Anexo 2. Selección de equipos	63
A. Unidad exterior RXYSQ5P8 (1 UD)	63
B. Unidad exterior RXYSQ6P8 (2 UDS).....	63
C. Unidad interior tipo 80 (FXMQ80P7) – 3 UDS	64
D. Unidad interior tipo 50 (FXMQ50P7) – 1 UD.....	64
E. Unidad interior tipo 40 (FXDQ40P7) – 1 UD	65
F. Unidad interior tipo 25 (FXDQ25P7) – 3 UDS.....	65
G. Unidad interior tipo 25 (FXLQ25P)- 2 UDS	66
H. Unidad interior tipo 20 (FXLQ20P)- 1 UD.	67
Anexo 3. Cálculo de las transmitancias y condensaciones.....	68
A. Tablas de resultados	69
Anexo 4. Fichas justificativas de la opción simplificada	74
A. Ficha 1: cálculo de los parámetros característicos medios.....	74
B. Conformidad de la demanda energética	76
C. FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones	77
Anexo 5. Cálculo de cargas térmicas	78

A. Invierno.....	78
B. Verano	89
Anexo 6. Sistema hidráulico	103
A. Cálculo depósitos de expansión.....	103
B. Suelo radiante	103
i. Dimensionamiento de los circuitos de suelo radiante	103
ii. Tabla resumen circuitos suelo radiante	105
iii. Intercambiador de calor.....	105
iv. Bombas.....	106
C. Radiadores	106
Anexo 7. Cálculo de la energía solar para la producción de ACS	107
A. Cálculo circuito primario ACS.....	108
Planos	109
Índice de planos	110

Índice de Imágenes

Imagen 1: distribución de temperaturas para diferentes tipos de calefacciones	11
Imagen 2: esquema de una máquina de aire acondicionado	12
Imagen 3: ejemplo sistema doble serpentín	25

Índice de tablas

Tabla 1: Factores de conversión de energía primaria y de emisiones de CO ₂	14
Tabla 2: Condiciones climáticas exteriores	17
Tabla 3: comparación entre la Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto y la norma UNE 100014:2004	18
Tabla 4: Factor de temperatura de la superficie interior mínimo	19
Tabla 5: Niveles de ventilación.....	23
Tabla 6: Resumen caudales de ventilación	32
Tabla 7: Cargas térmicas de calefacción	33
Tabla 8: Resumen cargas térmicas de calefacción	33
Tabla 9: Cumplimiento de requisitos para la aplicación de la opción simplificada. Limitación de la demanda energética.....	34
Tabla 10: Resumen potencias calefacción	57
Tabla 11: Resumen elementos radiadores	57
Tabla 12: Resumen circuitos suelo radiante	57
Tabla 13: Resumen aire acondicionado 1.....	58
Tabla 14: Resumen aire acondicionado 2.....	58
Tabla 15: Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos	62
Tabla 16: Caudales de la ventilación mecánica.....	62
Tabla 17: resumen circuitos suelo radiante	105

Memoria

1. Introducción

Este proyecto describe las instalaciones de climatización y agua caliente solar para una vivienda unifamiliar en Sevilla. Es un proyecto que abarca diferentes aspectos del cálculo de instalaciones para lo que se necesitan conocimientos de transferencia de calor, fluidos y termodinámica.

En general, la construcción en España es uno de los sectores económicos más importantes y, en particular, las viviendas. No solamente desde el punto de vista económico, si no de aprovechamiento de recursos energéticos y de emisión de gases contaminantes a la atmósfera, donde la climatización y el agua caliente sanitaria producen la mayor parte del gasto.

Para llevar a cabo este proyecto ha sido necesario, partiendo de la base del proyecto de arquitectura, establecer las necesidades energéticas en función de las características de la vivienda y de la normativa vigente y buscar las soluciones técnicas comerciales que mejor se adapten a las mismas para satisfacerlas.

1.1. Sistemas proyectados

Los sistemas proyectados para satisfacer las necesidades de la vivienda son máquinas de refrigeración por compresión para el aire acondicionado, placas solares para la producción de agua caliente sanitaria junto con una caldera compartida con la calefacción. La distribución del calor se realiza a través de radiadores en la planta sótano y de suelo radiante en las plantas baja y alta.

El sistema empleado en la calefacción es el suelo radiante que desde el punto de vista del confort es óptimo y está acorde con el perfil de la vivienda a construir, es decir, es un sistema lujoso. Proporciona un perfil de temperaturas en la sala muy semejante al ideal, tal y como se observa en la Imagen 1 y no afea las paredes ni ennegrece las estancias con el polvo quemado. Por otro lado el suelo radiante puede ahorrar alrededor de un 20% de energía con respecto a otros sistemas. Esto es debido a la menor temperatura de funcionamiento que evita pérdidas en los recorridos de las tuberías (45°C frente a los 60°C de los radiadores) y es susceptible, en futuras actualizaciones de la instalación, de contar con apoyo solar que podría llegar a cubrir hasta un 40% de las necesidades de calor.

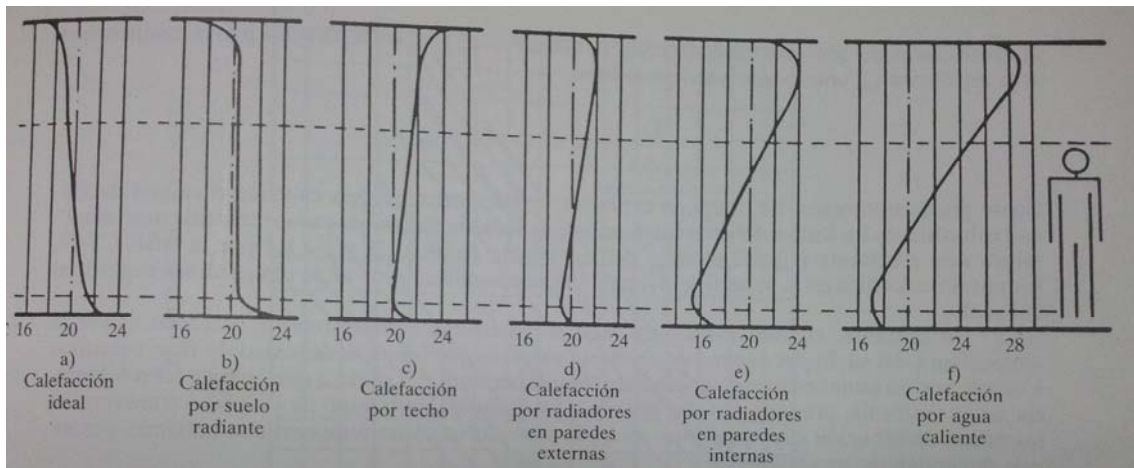


Imagen 1: distribución de temperaturas para diferentes tipos de calefacciones

Por el contrario, el suelo radiante cuenta con el inconveniente de tener que estar funcionando continuamente durante toda la temporada de frío porque es un sistema muy lento que no se adapta con rapidez a las necesidades climatológicas.

La producción de agua caliente sanitaria se realiza a través de paneles solares calculados conforme a la normativa vigente para cumplir con las exigencias del Código técnico de la edificación, documento básico Ahorro energético. La misma caldera empleada para la calefacción se utiliza para completar el aporte de energía al agua necesario para cubrir las necesidades por encima de la energía solar. En cualquier caso, los paneles solares cubren al menos el 70% de la demanda de agua caliente.

En cuanto al frío se utilizan máquinas de compresión simple. La distribución de las mismas se encuentra en los planos de la instalación. Las máquinas de aire acondicionado cuentan con la posibilidad de ser empleadas como bomba de calor. Además tienen suficiente potencia para calentar la vivienda por sí mismas sin apoyo del suelo radiante.

1.2. Producción de frío y calor en la vivienda

En este proyecto se ha optado por emplear una caldera de condensación para producir todo el calor necesario para la calefacción. No obstante, el proyecto de aire acondicionado cuenta con unas máquinas que pueden trabajar como bomba de calor y calentar la vivienda por sí solas porque tienen potencia suficiente. Además tienen la ventaja de que son más rápidas calentando la vivienda que el sistema de suelo radiante.

1.2.1. Caldera de condensación

La caldera de condensación quema gas para producir calor que transfiere al agua del circuito de calefacción o de agua caliente sanitaria. Se distingue de las calderas que no son de condensación en que esta, además, aprovecha el calor latente de condensación del vapor de agua presente en los gases de la combustión aportando al proceso general una mejora en el

rendimiento de entre un diez y un doce por ciento (1) aunque esto depende de la temperatura de retorno del agua. En cualquier caso siempre tendrá un rendimiento igual o superior a las calderas convencionales.

El condensado producido en la caldera es ácido, entre 3 y 5 pH, por lo que se emplea acero inoxidable y aluminio en las zonas con altas temperaturas y plásticos como PVC en el resto para ahorrar costes. Por supuesto la caldera necesita un desagüe para sacar el agua condensada y un ventilador para sacar el humo por la chimenea dado que su temperatura no excede los 100°C y su flotabilidad es baja.

La caldera de condensación es más cara que una caldera que no sea de condensación, no obstante, esta diferencia se recupera en un plazo de entre 2 y 5 años (1) en la factura del gas. Además cuentan con subvenciones para su instalación.

1.2.2. Bomba de calor

La bomba de calor traslada energía desde un foco frío hacia uno caliente. Esta toma calor de un foco frío transformándolo en otro tipo de energía y la vierte convertido en calor de nuevo en un foco caliente. Como en todas las máquinas de este tipo el refrigerante sale del compresor a alta presión y temperatura pasando al condensador donde se enfría y se condensa a alta presión. A continuación disminuye su presión en la válvula de expansión y pasa al evaporador (otro intercambiador de calor) donde se evapora. De ahí entra en el compresor y comienza el ciclo de nuevo.

En concreto las máquinas proyectadas emplean un gas refrigerante que absorbe energía al evaporarse y la cede cuando se condensa. El gas refrigerante que se encuentra en el interior de la máquina R-410A, es moderno, no daña la capa de ozono y no es inflamable ni tóxico.

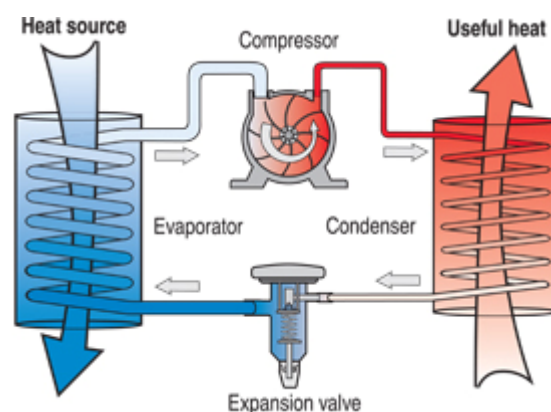


Imagen 2: esquema de una máquina de aire acondicionado (2)

La eficiencia de la bomba de calor se mide mediante el COP (coefficient of performance) el cociente entre el calor que se entrega en el foco caliente y la energía consumida por el compresor.

1.3. Estimación del consumo energético de la vivienda

El proyecto está hecho para emplear el suelo radiante como sistema de calefacción pero, como ya se ha mencionado, es posible emplear las máquinas de aire acondicionado con este mismo objetivo sustituyendo la caldera y el suelo radiante. Las diferencias están en el grado de confort que se obtiene con cada sistema y en el consumo energético y las emisiones de CO₂. Desde el punto de vista del confort está claro que el suelo radiante es mejor pero desde el punto de vista del consumo y de las emisiones no lo está. A continuación se expone una comparativa entre el uso de ambos sistemas para calentar la vivienda.

La estimación de la demanda energética anual en la vivienda es complicada de obtener debido a que se emplean máquinas con variador de frecuencia en las que siempre está funcionando el compresor aunque no con la máxima potencia. Con los datos de las máquinas y algún software comercial de cálculo de cargas térmicas que empleen un análisis día a día se podría obtener un perfil del gasto energético muy semejante al que se producirá en el escenario real. No obstante, al no disponer de esta tecnología para este proyecto se opta por hacer una estimación considerando que los equipos de climatización están funcionando en toda la casa durante 10 horas al día para el caso de la bomba de calor y de 8 horas al día para el suelo radiante y los radiadores. Esta estimación es conservadora.

Con esta premisa de funcionamiento y los rendimientos de las bombas de calor y de la caldera de condensación, el 100%, podemos calcular el coste de operación de ambos sistemas y sus emisiones de CO₂.

1.3.1. Sistema de bomba de calor

El COP de las máquinas de aire acondicionado es de 5 en condiciones nominales, no obstante la mayor parte de las horas de funcionamiento serán nocturnas donde es más bajo debido a la menor temperatura exterior por lo que se estima un $COP = 4$ como término medio para la instalación. No es menor porque no será habitual en su funcionamiento que se escarche la unidad exterior dado que la temperatura no bajará de 5°C. Se estima un funcionamiento de 9 horas diarias durante 5 meses al año y no se tiene en cuenta el efecto del variador de frecuencia del compresor en el consumo aunque pueda suponer ahorros en energía de hasta el 60% porque (3) el COP considerado es muy alto.

$$gasto\ anual = \frac{30\ (KW)}{4} \cdot 9\left(\frac{h}{día}\right) \cdot 0,15\left(\frac{€}{KWh}\right) \cdot 150\left(\frac{días}{año}\right) = 1.519\frac{€}{año}$$

En España, según los datos provisionales obtenidos de la página web del IDEA (4), el factor de conversión de la energía primaria y de emisión de CO₂ en 2010 fueron:

ELECTRICIDAD									
TECNOLOGÍA	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA PRIMARIA				FACTOR DE EMISIÓN		
			Bornas de central		En punto de consumo		En bornas de alternador (bruta)	En bornas de central (neta)	En punto de consumo
	MWh	tep	MWh	tep	MWh	tep	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
Hulla+ antracita	1	0,086	2,52	0,22	2,73	0,24	1,13	1,17	1,27
Lignito pardo	1	0,086	2,68	0,23	2,91	0,25	0,90	0,93	1,01
Lignito negro	1	0,086	2,68	0,23	2,91	0,25	0,97	1,00	1,09
Hulla importada	1	0,086	2,52	0,22	2,73	0,24	0,90	0,94	1,02
Nuclear	1	0,086	3,03	0,26	3,29	0,28	0	0	0
Ciclo Combinado	1	0,086	1,93	0,17	2,09	0,18	0,34	0,35	0,38
Hidroeléctrica	1	0,086	1,00	0,09	1,09	0,09	0	0	0
Cogeneración MCIA ⁽³⁾	1	0,086	1,67	0,14	1,74	0,15	0,37	0,38	0,42
Cogeneración TG ⁽⁴⁾	1	0,086	1,61	0,14	1,69	0,15	0,33	0,34	0,37
Cogeneración TV ⁽⁶⁾	1	0,086	1,72	0,15	1,80	0,16	0,41	0,42	0,46
Cogeneración CC ⁽⁶⁾	1	0,086	1,54	0,13	1,61	0,14	0,31	0,32	0,35
Eólica y fotovoltaica	1	0,086	1,00	0,09	1,09	0,09	0	0	0
Solar termoelectrica	1	0,086	4,56	0,39	4,95	0,43	0	0	0
Biomasa eléctrica	1	0,086	4,88	0,42	5,29	0,46	0	0	0
Biogás	1	0,086	3,70	0,32	4,02	0,35	0	0	0
RSU	1	0,086	4,02	0,35	4,36	0,38	0,24	0,25	0,27
Centrales de fuelóleo	1	0,086	2,52	0,22	2,73	0,24	0,71	0,73	0,79
Gas siderúrgico	1	0,086	2,86	0,25	3,10	0,27	0,64	0,69	0,75
Energía Eléctrica General	1	0,086	0,17		0,18		0,23	0,23	0,25
			tep /MWh neto		tep /MWh		tCO ₂ /MWh bruto	tCO ₂ /MWh neto	tCO ₂ /MWh final
			1,94		2,11		2,63	2,72	2,95
Energía Eléctrica Baja Tensión (Sector Doméstico)	1	0,086	0,17		0,19		0,23	0,23	0,27
			tep /MWh neto		tep /MWh final		tCO ₂ /MWh bruto	tCO ₂ /MWh neto	tCO ₂ /MWh final
			1,94		2,21		2,63	2,72	3,09
			MWh primario/MWh neto		MWh primario/MWh final		tCO ₂ /tep bruto	tCO ₂ /tep neto	tCO ₂ /tep final

Tabla 1: Factores de conversión de energía primaria y de emisiones de CO₂

En España se producen 0,27 tCO₂/MWh de electricidad en el punto de consumo. Por lo tanto, el consumo eléctrico de la bomba de calor tendrá como consecuencia la emisión de 2,73 toneladas de CO₂.

$$0,27 \left(\frac{tCO_2}{MWh} \right) \cdot 10.123,677 \left(\frac{KWh}{año} \right) = 2,73 tCO_2$$

1.3.2. Sistema de caldera y suelo radiante

El supuesto de cálculo del consumo de gas de la caldera es un rendimiento del 100%, 8h de funcionamiento al 80% de su capacidad.

Según la IT 1.2 del RITE (5) la producción de CO₂ es de 204 g/KWh. La caldera produce en un día de funcionamiento:

$$32 KW \cdot 8 h = 256 \frac{KWh}{día}$$

Trabaja durante 150 días al año con un rendimiento del 100%:

$$256 \frac{KWh}{día} \cdot 150 \frac{días}{año} = 38.400 \frac{KWh}{año}$$

La emisión anual estimada de CO₂ es de:

$$38.400 KWh \cdot 204 \frac{g}{KWh} = 7,8 tCO_2$$

Y tiene un coste en términos de consumo de gas de:

$$38.400 \text{ KWh} \cdot 0,05 \frac{\text{€}}{\text{KWh}} = 1.920 \text{ €}$$

De este breve apunte se concluye que actualmente en España es más rentable utilizar una bomba de calor que una caldera de gas, incluso si esta es de condensación, en términos de emisión de CO₂. Esto encaja con los resultados de otros estudios como el informe Energía 3.0 de Greenpeace (6). En él se llega a la conclusión de que en cuanto el sistema eléctrico de España alcance los 215 g. de CO₂/KWh será más rentable producir calor empleando el efecto Joule que utilizando gas. Lo cual nos sirve de justificación para el empleo de un sistema resistivo puro en la calefacción de los baños y en el sistema de apoyo de la producción de ACS.

2. Objeto

El objeto de la presente memoria es definir las instalaciones de climatización de una vivienda unifamiliar en Sevilla.

3. Descripción de la vivienda

La vivienda a climatizar objeto de este proyecto es unifamiliar y está situada en la ciudad de Sevilla. Es una vivienda dividida en cuatro plantas, sótano, baja, alta y cubierta.

La planta sótano está formada por el cuarto de la plancha, el salón de juegos, la bodega, el gimnasio con sauna, dos dormitorios, un trastero, el pasillo y el cuarto de instalaciones. Habrá instalación de aire acondicionado en ambos dormitorios, el gimnasio, la bodega, el salón de juegos y el cuarto de la plancha. En cuanto a la calefacción, se realizará por radiadores en todas las estancias con excepción del trastero y el cuarto de instalaciones. Incluido en la planta baja pero en el patio se encuentra un segundo cuarto de instalaciones en donde estará situada la caldera.

La planta primera está formada por un aseo, un distribuidor, un salón, un comedor y una cocina – despensa. Contará con instalación de aire acondicionado (excepto el aseo) y suelo radiante en todas sus estancias.

La planta alta hay tres dormitorios con tres baños, un vestidor y un pasillo. Tanto los dormitorios como el vestidor contarán con aire acondicionado. En cuanto a la calefacción toda la planta dispondrá de suelo radiante.

4. Normativa aplicable

Las normas de aplicación de esta instalación son:

- R.I.T.E. (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios).
- Normas UNE.
- Código Técnico de la Edificación – CTE.

5. Condiciones de diseño y estimación de cargas

El cálculo de cargas térmicas se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes condiciones exteriores, interiores y las características constructivas de la edificación.

5.1. Condiciones termohigrométricas

5.1.1. Condiciones exteriores

Las condiciones exteriores de cálculo que se han tenido en cuenta para la estimación de la potencia frigorífica en la instalación de climatización, han sido las indicadas en el documento reconocido *Guía técnica condiciones climáticas exteriores de proyecto* del registro de documentos reconocidos del RITE.

Conforme a las instrucciones de del citado documento las temperaturas secas y húmedas que se tomarán para el cálculo de las cargas térmicas en verano serán TS₁ (°C), THC₁ (°C) y la en invierno será la temperatura seca TS₉₉ (°C).

Proyec. de calefacción	TS min. (°C)	TS _{99,6} (°C)	TS ₉₉ (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
	3,5	3,1	4,5	12,9	79,4	36,1		
Proyec. de Refrigeración (TH máx.)	TH _{0,4} (°C)	TSC _{0,4} (°C)	TH ₁ (°C)	Tsc ₁ (°C)	TH ₂ (°C)	TSC ₂ (°C)		
	25,6	25,6	24,6	24,6	23,4	23,8		
Proyec. de Refrigeración (TS máx.)	TS máx. (°C)	TS _{0,4} (°C)	THC _{0,4} (°C)	TS ₁ (°C)	THC ₁ (°C)	TS ₂ (°C)	THC ₂ (°C)	OM DR (°C)
	45,2	39,2	24,3	37,6	23,6	36,1	23,3	17,4

Tabla 2: Condiciones climáticas exteriores

- En donde:
- **TS_{99,6} (°C)** es la temperatura seca con un percentil del 99,6%.
- **TS₉₉ (°C)** es la temperatura seca con un percentil del 99%.
- **TS min. (°C)** es la temperatura mínima registrada en la localidad.
- **OMDC** es la oscilación media diaria.
- **HUMcoin (%)** es la humedad relativa media coincidente que se da a la vez que el nivel del percentil del 99% en temperatura seca.
- **OMA (°C)** oscilación media anual de temperatura seca (°C).
- **THC_{0,4} (°C)** Temperatura húmeda coincidente en el mismo instante en el que se tiene una temperatura seca con un percentil del 0,4%
- **TS₁ (°C)** Temperatura seca de la localidad con un percentil del 1%
- **THC₁ (°C)** Temperatura húmeda coincidente en el mismo instante en el que se tiene una temperatura seca con un percentil del 1%
- **TS₂ (°C)** Temperatura seca de la localidad con un percentil del 2%
- **THC₂ (°C)** Temperatura húmeda coincidente en el mismo instante en el que se tiene una temperatura seca con un percentil del 2%.
- **OM DR (°C)** oscilación media diaria en los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil 1%.

- **TS máx. (°C)** temperatura máxima registrada en la localidad.
- **TH_0,4 (°C)** temperatura húmeda registrada en la localidad con un nivel de percentil del 0,4%
- **TSC_0,4 (°C)** temperatura seca coincidente cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 0,4%.
- **TH_1 (°C)** temperatura húmeda registrada en la localidad con un nivel de percentil del 1%.
- **Tsc_1 (°C)** temperatura seca coincidente cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 1%.
- **TH_2 (°C):** temperatura húmeda registrada en la localidad con un nivel de percentil del 2%.
- **TSC_2 (°C):** temperatura seca coincidente cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 2%.

El documento empleado para la obtención de esta información añade una explicación donde se comparan estos datos con los recogidos en la norma UNE 100014:2004 estableciendo la siguiente relación entre los niveles de percentil anuales empleados en la guía y los niveles de percentiles estacionales de la norma UNE.

NPA	NPE
99,6%	99%
99%	97,5%
0,4%	1%
0,1%	2,5%

Tabla 3: comparación entre la Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto y la norma UNE 100014:2004

5.1.2. Condiciones interiores

Las condiciones interiores de cálculo que se han tomado son las indicadas en las normas **UNE 100 012 y 100 013** y teniendo en cuenta el uso del edificio las condiciones interiores de cálculo son las siguientes:

Condiciones de invierno:

- Temperatura seca: 21 °C
- Humedad relativa: 50%
- Nivel sonoro máximo: 45 dBA
- Velocidad residual del aire en zonas ocupadas: 0,15 m/s

Condiciones de verano:

- Temperatura seca: 24 °C

- Humedad relativa: 60%
- Nivel sonoro máximo: 45 dBA
- Velocidad residual del aire en zonas ocupadas: 0,15 m/s

5.2. Transmitancias térmicas de los cerramientos

En las tablas de cálculo del Anexo III de esta memoria se encuentran todos los valores de las transmitancias térmicas de todos los cerramientos que forman la envolvente del edificio.

Las resistencias térmicas se han calculado de la siguiente manera:

$$U \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] = \frac{1}{R_t}$$
$$R_t \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right] = \sum R_{si}$$
$$R_{si} = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

- U La transmitancia del cerramiento.
- R_t La resistencia térmica del cerramiento.
- R_{si} La resistencia térmica de cada uno de los elementos del cerramiento.
- $e[m]$ Espesor de un elemento constitutivo del cerramiento.
- $\lambda \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$ conductividad del material.

5.3. Comprobación de las condensaciones

Los resultados sobre condensaciones intersticiales incluidos en el Cálculo de las transmitancias y condensaciones son necesarios para verificar el cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, CTE – HE.

5.3.1. Condensaciones superficiales

Según el punto 3.2.3.1 del CTE HE 1 el factor de temperatura de la superficie interior debe ser como mínimo el correspondiente de la Tabla 4: Factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0.50	0.52	0.56	0.61	0.64

Tabla 4: Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

El cálculo del factor de temperatura de la superficie interior mínimo se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Siendo:

θ_e la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero.

$\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la expresión:

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{P_{sat}}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{P_{sat}}{610,5}\right)}$$

Donde:

P_{sat} es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la expresión:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8}$$

Donde:

P_i es la presión de vapor definida como:

$$P_i = \phi_i \cdot 2337$$

En la que ϕ_i es la humedad relativa definida en el apartado G.1.2.1 del CTE – HE.

5.3.2. Condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales se producen entre las distintas capas de materiales que forman cualquier cerramiento de la vivienda. Para que no se produzca condensaciones intersticiales es necesario verificar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Para realizar la comprobación, el CTE propone que primero se hallen la distribución de temperaturas en el cerramiento, luego la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas calculadas y la distribución de presiones de vapor.

Los resultados de las tablas del Cálculo de las transmitancias y condensaciones muestran el valor de la distribución de temperaturas y de presiones en cada cerramiento. Para obtener los resultados mostrados se ha procedido de la siguiente manera:

Distribución de temperaturas:

La distribución de temperaturas se realiza conforme se especifica en el CTE HE1 Anexo G punto G.2.2.1.

Cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo:

θ_e Temperatura exterior media del mes de enero [$^{\circ}\text{C}$]

θ_i Temperatura interior, en nuestro caso es de 25 $^{\circ}\text{C}$

R_T Resistencia térmica total del cerramiento.

R_{se} Resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior.

Cálculo de la temperatura superficial de cada una de las capas:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \text{ Para la capa más exterior.}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \text{ Para la siguiente capa.}$$

.....

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \text{ Para la capa } n.$$

Donde:

θ_n Es la temperatura superficial de la capa n .

θ_e Temperatura exterior media del mes de enero [$^{\circ}\text{C}$]

R_n Es la resistencia térmica superficial del componente constructivo de la capa n .

R_T Resistencia térmica total del cerramiento.

θ_{n-1} Es la temperatura superficial de la capa $n - 1$

Distribución de la presión de vapor de saturación:

A partir de los resultados obtenidos de temperaturas en cada capa, se calcula la presión de vapor de saturación como:

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$$

Distribución de la presión de vapor:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

...

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

Donde:

P_i Es la presión de vapor del aire interior [Pa]

P_e Es la presión de vapor del aire exterior [Pa]

$P_1 \dots P_{n-1}$ La presión de vapor de cada capa n en [Pa]

$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ Es el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la expresión:

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$$

Donde:

μ_n Es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada material según la UNE EN ISO 10 4565: 2001.

e_n Es el espesor de la capa.

5.4. Nivel de ocupación

La ocupación de la vivienda se estima en 10 personas. Dos personas por cada uno de los cinco dormitorios, según el CTE.

5.5. Niveles de ventilación

El caudal de ventilación de cada estancia de la vivienda se encuentra reflejado en la Tabla 5: Niveles de ventilación. El resultado final de la ventilación de cada estancia es la suma de los caudales de ventilación de necesarios según el Código Técnico de la Edificación y de las infiltraciones que se producen a través de los cerramientos.

		Caudal de ventilación l/s.	Caudal infiltraciones l/s.	Caudal vent. total l/s.	Caudal ventilación m ³ /h.
planta sótano	Dormitorio 1	10,00	1,50	11,50	41,40
	Dormitorio 2	10,00	1,50	11,50	41,40
	Aseo	0,00	2,25	2,25	8,10
	Baño	0,00	2,25	2,25	8,10
	Bodega - gimnasio	30,00	4,50	34,50	124,20
	Salón de Juegos	30,00	4,50	34,50	124,20
Planta Baja	Cocina	0,00	16,86	16,86	60,70
	Aseo	0,00	2,25	2,25	8,10
	Salón - Comedor	30,00	4,50	34,50	124,20
Planta Primera	Dormitorio 3	10,00	1,50	11,50	41,40
	Dormitorio 4	10,00	1,50	11,50	41,40
	Dormitorio 5	10,00	1,50	11,50	41,40
	Baño 1	0,00	2,25	2,25	8,10
	Baño 2	0,00	2,25	2,25	8,10
	Baño 3	0,00	2,25	2,25	8,10

Tabla 5: Niveles de ventilación

6. Descripción de la instalación

6.1. Refrigeración

Se ha previsto la instalación de un sistema MINI VRV III de climatización tipo partido, condensado por aire, bomba de calor, para la vivienda. Dicho sistema consta básicamente de una unidad exterior y sus correspondientes unidades interiores para cada planta de la vivienda.

Las unidades interiores serán del tipo conducto o de tipo pared como queda reflejado en los planos de aire acondicionado.

Los desagües de condensados de las unidades interiores se conectarán al bote sinfónico de los baños y las exteriores al sumidero de terraza / patio / bajante correspondiente.

La unidad exterior se interconexionará con las unidades interiores mediante dos tubos, uno de gas y otro de líquido debidamente aislados con armaflex y con las derivaciones frigoríficas correspondientes.

La unidad exterior contiene los compresores, los ventiladores axiales, baterías y válvulas de expansión electrónica.

La unidad interior consiste básicamente de un ventilador de gran eficiencia y bajo nivel sonoro, batería, control electrónico y bomba de drenaje de condensados.

Cada unidad interior tratará el aire y lo impulsará al ambiente mediante conductos y rejillas con retorno directo y/o conducto y rejillas según caso.

El mando del sistema se realizará mediante un termostato programable que realiza las siguientes funciones:

- Mando F / C / ventilación
- Temporización

6.2. Calefacción

El sistema de calefacción previsto en este proyecto está compuesto por una caldera y dos redes de distribución de agua, una para radiadores y otra para el suelo radiante. Además, la caldera también completará las necesidades de ACS que no queden cubiertas por la energía solar. El suelo radiante se encuentra en las plantas alta y baja y los radiadores en la planta sótano.

6.2.1. Suelo radiante

El sistema de suelo radiante toma el calor de una caldera de condensación a través de un intercambiador calculado en el Anexo 6: Sistema hidráulico a una temperatura adecuada para que, considerando las pérdidas en la distribución, llegue a los circuitos de cada una de las instancias a una temperatura próxima a los 45 °C. Desde una montante general se alimenta a los colectores situados en las plantas. De ellos salen los circuitos hacia las estancias formados por un único tramo de tubería de longitud no superior a 100 m. La temperatura media de la superficie del suelo será de 29°C.

Las tuberías serán de polietileno reticulado con barrera aislante para evitar que entre en el circuito oxígeno y estarán dispuestas en una configuración de doble serpentín. Es decir, habrá un serpentín con el agua caliente que se impulsa al local y otro en el interior del primero con el agua que retorna hacia la caldera tal y como se muestra en la imagen siguiente.

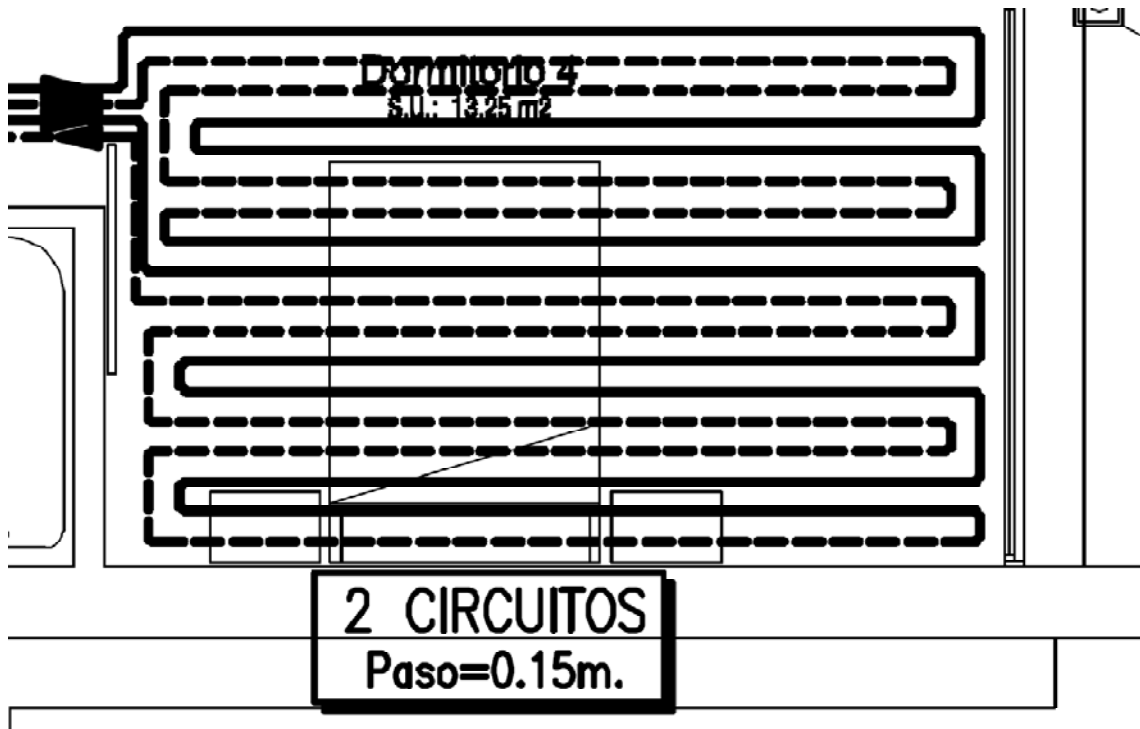


Imagen 3: ejemplo sistema doble serpentin

Este sistema evita las diferencias en la cantidad de calor que se aporta a cada punto de sala como ocurre con el sistema de serpentin sencillo, a pesar de que la distribución de los tubos sea uniforme.

6.2.2. Radiadores

Los radiadores que se instalarán en la planta sótano serán de aluminio con el número de elementos necesarios según el cálculo del Anexo 6: Sistema hidráulico. Los radiadores irán instalados a 10 cm. del suelo y a 2,5 cm. de la pared.

La tubería de distribución de agua a los radiadores será de PE – AL – PE e irá dentro de un tubo corrugado para protegerla en caso de que vaya empotrada. Además irá aislada conforme establece el RITE.

6.3. Agua caliente Sanitaria

El agua caliente sanitaria de la vivienda se producirá mediante paneles solares y un sistema auxiliar para completar el servicio. En este caso, el sistema auxiliar será la misma caldera que en la calefacción.

La instalación se caracteriza por tener captadores con coeficiente de pérdidas inferior a $9 \text{ W/m}^2\text{K}$ y su fluido de trabajo será agua con anticongelante, propilenglicol al 50% con inhibidores de la corrosión; garantizará un punto de ebullición de 178 °C a 6 bares lo bastante alto como para evitar problemas de ebullición en los captadores. En cualquier caso la

instalación cuenta con protección frente a sobrecalentamientos. Asimismo contará con protección frente a las quemaduras mezclando automáticamente el agua del suministro con agua de la red.

En cuanto a la prevención de la legionelosis cumplirá con el RD 865/2003 y la distribución de agua no se realizará a menos de 50 °C antes del punto de mezcla contra quemaduras.

6.3.1. Sistema de captación y acumulación

El diseño del sistema de captación ha tenido en cuenta que no se puede sobrepasar ningún mes del año el 110% de la demanda de consumo ni más de tres meses seguidos el 100%.

Los paneles solares estarán colocados con una orientación sur y una inclinación de 45°.

El circuito primario de la energía solar contará con una bomba de circulación con un caudal de $25 \frac{l}{h} \cdot m^2 \text{ de captación}$ conforme al Cálculo de la energía solar para la producción de ACS.

Según el cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria son necesarios 210 litros de agua caliente sanitaria a 60°C por lo que se proyecta un depósito de acumulación con esa capacidad. Este sistema de acumulación contará con una conexión puntual con la caldera con el fin de evitar la legionelosis.

Según el Pliego de condiciones técnicas se deben cumplir las siguientes relaciones:

$$50 < V/A < 180$$

$$50 < 210/4 < 180$$

Se cumple.

Especificaciones paneles solares

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| – Número de captadores: | (2) |
| – Tipo: | Placa plano de alto rendimiento |
| – Ancho: | 1.099 mm |
| – Alto: | 2099 mm |
| – Profundidad: | 110 mm |
| – Peso del captador: | 41 Kg. |
| – Orientación: | Sur |
| – Inclinación: | 45° respecto a la horizontal. |

Características del captador solar

- Absorbedor.

- Material: Cobre
 - Sistema de construcción: Mäander
- Cubierta.
 - Unidades: Una Tipo:
Vidrio templado pobre en hierro
 - Espesor: 3,2 mm
- Aislamiento.
 - Material: Lana mineral.
 - Espesor inferior: 60 mm
 - Espesor lateral: 15 mm
- Carcasa.
 - Material: Aluminio extruido.
 - Uniones: Ninguna. Sin soldaduras.
 - Dimensiones: 2099x1099x110 mm
 - Autoportante: Sí.
 - Orificios de evacuación de condensados: Sí.
- Factor de eficiencia del captador: 0,821
- Coeficiente global de pérdidas: 3,312 W/(m²°C)
- Caudal recomendado por captador: 90 litros/hora
- Característica del captador solar:
 - La soldadura del absorbedor y la parrilla es mediante soldadura ultrasónica. Tiene un tratamiento altamente selectivo que se denomina INTERPANE. Tiene un sistema por el cual el vidrio no sufre fatiga mecánica y le permite moverse en todos los sentidos dentro de la carcasa.
 - La carcasa es una bañera extruida de aluminio, resistente a los ambientes salinos. Tiene un marco de aluminio en forma de pinza donde se sitúa la junta EPDM de una sola pieza que le da la estanqueidad al captador y evitando que la humedad entre, deteriorando el captador y acortando la vida.
 - Tiene racores de unión incorporados de 3/4". Antes de su colocación final se incorporan dos dilatadores de temperatura entre cada dos captadores. Estos dilatadores son de acero inoxidable.

Circuito hidráulico

El circuito hidráulico será equilibrado y cumplirá con las normas UNE – EN – 806 – 1 y la ISO/TR 10217.

Las bombas se montarán en la zona más fría del circuito de los captores. Los vasos de expansión se colocarán en la aspiración de la bomba preferiblemente.

El circuito contará con una purga de aire en los captadores y en todas las zonas susceptibles de acumular aire.

Sistema de control

Existirá un sistema de control que garantizará el aprovechamiento de la energía solar. Deberá asegurar que no se alcancen las temperaturas máximas soportadas por los materiales, componentes o tratamientos del sistema.

6.3.2. Cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria solar

Cálculo de la demanda total

La demanda de ACS se calcula en función del CTE HS – 4 en función del número de dormitorios. Para el caso en cuestión, hay cinco dormitorios por lo que, según el punto 3.1.1 la ocupación es de siete personas. Por la tabla 3.1 del mismo documento, obtenemos una demanda de referencia de 30 litros por día y personas de ACS.

En resumen, son necesarios 210 litros de ACS a 60 °C diariamente para cubrir las necesidades de la vivienda.

Energía útil captada

El cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria se ha realizado según el método de las curvas f . Para llevarlo a cabo se han tomado los datos mensuales medios meteorológicos del PCT.

Las ecuaciones que se emplean en este método son las siguientes:

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,245 \cdot D_1^2 + 0,0018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^3$$

En donde:

D_1 es un parámetro adimensional que expresa la relación entre la energía absorbida por el colector y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes. Para su cálculo se procede de la siguiente manera:

$$D_1 = \frac{\text{Energía absorbida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}}$$

La energía absorbida por el captador se calcula como:

$$E_a = S_c \cdot F_r'(\tau\alpha) \cdot R_1 \cdot N$$

En donde:

S_c es la superficie del captador.

$F_r'(\tau\alpha)$ es un factor adimensional que viene dado por la expresión:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \cdot 0,94 \cdot 0,95$$

$F_r(\tau\alpha)_n$ es el factor de eficiencia óptica del captador y se corresponde con la ordenada en el origen de la curva del captador.

R_1 Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área. Para Sevilla es de 18.000 KJ/m^2 .

D_2 es un parámetro adimensional que expresa la relación entre las pérdidas del colector a una determinada temperatura y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes. Para el cálculo de D_2 se procede así:

$$D_2 = \frac{\text{Energía perdida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}}$$

La energía perdida por el captador es:

$$E_p = S_c \cdot F_r' \cdot U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

$$F_r' \cdot U_L = F_r \cdot U_L \cdot 0,95$$

$F_r \cdot U_L$ es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador).

t_a Temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas. (20,64 °C).

Δt Período de tiempo considerado, en segundos

K_1 Factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left[\frac{\text{kg acumulación}}{75 \cdot S_c \cdot 6} \right]^{-0,25}$$

$$37,5 < \frac{\text{kg acumulación}}{\text{m}^2 \text{ captación}} < 300$$

S_c

K_2 Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente.

$$K_2 = (11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t_r - 2,32 \cdot t_a)$$

t_{ac} Temperatura mínima requerida del A.C.S.

t_r Temperatura del agua de red, 12,3 °C.

t_a Temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas.

Con los parámetros D_1 y D_2 se obtiene f y la energía útil captada cada mes, de la siguiente manera:

$$Q_u = f \cdot Q_a$$

Q_a Carga calorífica mensual de A.C.S.

En el Anexo 7 del presente documento se encuentra una tabla de cálculo con los valores mensuales de demanda de energía, energía obtenida de los captadores y el porcentaje de energía aportada por los captadores.

7. Cargas térmicas

7.1. Cargas térmicas en verano

El cálculo de cargas térmicas en verano se ha llevado a cabo según el *Manual de aire acondicionado Carrier*. La carga de una determinada estancia es la suma de la carga latente y sensible.

7.1.1. Calor sensible

$$Q_S = Q_T + Q_{Tv} + Q_R + Q_V + Q_O + Q_M$$

Donde:

Q_T es la carga de transmisión de los cerramientos.

$$Q_T = A \cdot U \cdot DTE$$

A, área del cerramiento en m^2 .

U es la transmitancia térmica del cerramiento.

DTE es la diferencia de temperatura corregida según la orientación del muro obtenido del manual Carrier.

Q_{Tv} es la carga de transmisión a través de los cerramientos transparentes.

$$Q_{Tv} = U \cdot A \cdot \Delta t$$

A, área del cerramiento en m^2 .

U es la transmitancia térmica del cerramiento.

Δt es la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Q_R es la carga de la radiación solar a través de los cerramientos transparentes.

$$Q_R = A \cdot R \cdot f$$

A, área del cerramiento en m^2 .

R es la radiación solar que atraviesa el cerramiento. Depende de la latitud.

f es el factor de corrección en función del tipo de vidrio, de las sombras...

Q_V es la carga de ventilación e infiltración.

$$Q_V = \dot{V} \cdot 0,34 \cdot \Delta t$$

\dot{V} es el caudal de ventilación e infiltración m^3/h .

0,34 es el calor específico del aire en $Wh/m^3 \cdot ^\circ C$.

Δt es la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Q_O es la carga de ocupación, en función del nivel de ocupación y de la actividad de los ocupantes.

Q_M es la carga debida a la presencia de máquinas e iluminación.

7.1.2. Calor latente

$$Q_R = Q_{V,l} + Q_{O,l}$$

$Q_{V,l}$ es la carga latente de ventilación e infiltración:

$$Q_{V,l} = \dot{V} \cdot 0,63 \cdot \Delta w$$

\dot{V} es el caudal de ventilación e infiltración.

Δw es la relación de humedad entre el interior y el exterior.

0,63 es el producto de la densidad del aire ($1,2 Kg/m^3$) por el calor específico de evaporación del agua ($0,52 Wh/g$).

7.2. Cargas térmicas en invierno

El cálculo de las cargas térmicas en verano se ha llevado a cabo conforme a lo establecido en la norma UNE – EN 12831:2003.

Para realizar el cálculo se ha optado por la opción de cálculo simplificada de la norma UNE. Según la misma la pérdida térmica de diseño para un espacio calentado es la suma de la pérdida térmica de diseño por transmisión y la pérdida térmica de diseño por ventilación.

Además de un factor de corrección por pérdidas hacia espacios calentados a una temperatura superior a la del resto, como por ejemplo un baño calentado a 24°C.

7.2.1. Pérdida térmica de diseño por transmisión

La pérdida térmica de diseño por transmisión $\Phi_{T,i}$ para un elemento del edificio k se calcula como sigue:

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde:

f_k Es el factor de corrección para el edificio teniendo en cuenta la diferencia entre la temperatura interior y exterior.

A_k Es la superficie de un elemento del edificio en m^2 .

U_k Es la transmitancia térmica de un elemento del edificio en $W/m^2 \cdot K$.

$\theta_{int,i}$ Es la temperatura interior en K .

θ_e Es la temperatura exterior en K .

7.2.2. Pérdida térmica de diseño por ventilación

La pérdida térmica de diseño por ventilación $\Phi_{V,i}$ para un espacio calentado i , se calcula como sigue:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde:

$\dot{V}_{min,i}$ Es el caudal de aire requerido por razones higiénicas en m^3/h .

En este proyecto al existir una ventilación mecánica conforme exige el CTE el caudal de ventilación de cada planta es el mayor de los caudales del conjunto formado por las sumas de las extracciones de los núcleos húmedos y las sumas de los caudales de admisión de los salones, habitaciones y salas de estar; en cada planta. Este valor se denomina caudal neto de ventilación.

	Extracción $\sum Q_e [l/s]$	Admisión $\sum Q_a [l/s]$	$\max(\sum Q_e; \sum Q_a)$
Sótano	30	80	80
Baja	127,4	30	127,4
Alta	45	30	45

Tabla 6: Resumen caudales de ventilación

En el cálculo se ha considerado que el caudal neto de ventilación se reparte proporcionalmente al caudal de admisión de los locales donde corresponda. En los locales donde se extraiga aire este está completamente climatizado y no se tiene en cuenta para el cálculo. Por otro lado, se añade un 15% en aquellos locales donde haya ventanas para cubrir las pérdidas por infiltraciones.

En el Anexo 5 de esta se encuentran las tablas con los resultados del cálculo de las pérdidas térmicas para cada una de las estancias calefactadas.

Local	Pérdidas por transmisión (W)	Pérdidas por ventilación (W)	Comp. Calentamiento intermitente (W)	Total (W)
Planta Sótano. Plancha	371,02	116,28	209,70	697,00
Planta Sótano. Salón de juegos	691,49	802,33	448,20	1942,02
Planta Sótano. Bodega - Gimnasio	2045,43	802,33	1083,60	3931,36
Planta Sótano. Dormitorio 2	457,66	267,44	248,40	973,50
Planta Sótano. Dormitorio 1	487,68	267,44	259,20	1014,33
Planta Sótano. Baño Dormitorio 2	150,82	52,33	81,00	284,14
Planta Sótano. Aseo Dormitorio 1	52,58	52,33	57,60	162,51
Planta Sótano. Pasillo	113,87	267,44	210,60	591,91
Planta Baja. Distribuidor - escalera	1569,33	613,73	678,60	2861,66
Planta Baja. Salón	2404,02	802,33	1092,60	4298,95
Planta Baja. Comedor	767,27	802,33	288,00	1857,61
Planta Baja. Cocina - despensa	1142,34	392,10	561,60	2096,04
Planta Sótano. Aseo 1	18,64	52,33	46,80	117,76
Planta Alta. Dormitorio 3	904,01	267,44	333,00	1504,45
Planta Alta. Baño 1	266,38	52,33	117,00	435,71
Planta Alta. Dormitorio 4	765,18	267,44	239,40	1272,02
Planta Alta. Baño 2	194,23	52,33	205,20	451,75
Planta Alta. Pasillo - Baño	208,48	267,44	135,00	610,93
Planta Alta. Pasillo 1	1004,93	267,44	230,40	1502,77
Planta Alta. Baño 3	528,07	52,33	241,20	821,60
Planta Alta. Dormitorio 5 - Pasillo 2	1153,42	267,44	327,60	1748,46
Planta Alta. Vestidor	287,50	230,70	214,20	732,40

Tabla 7: Cargas térmicas de calefacción

Resumen

Planta Sótano	9.596,78 W
Planta Baja	11.232,02 W
Planta Alta	9.080,09 W
Total	29.908,89 W

Tabla 8: Resumen cargas térmicas de calefacción

La potencia total es la suma de todas las potencias de los radiadores y del suelo radiante y se empleará más adelante para la selección de la caldera.

8. Limitación de la demanda energética

El CTE – HE 1 establece las verificaciones necesarias para la comprobación de la limitación de la demanda energética. Dado que cumplimos con todos los requisitos del apartado 3.2.1.2 del citado documento es posible optar por la opción simplificada para realizar la comprobación.

Estos criterios son que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie y que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

En la siguiente tabla se muestran las superficies de todas las paredes y sus huecos por orientación y la de la cubierta.

Fachadas						
	S. Muros	S. Huecos	S. Total	% huecos		
NE	137	25	162	15%	≤	60%
SE	53	55	108	51%	≤	
SO	126	30	156	19%	≤	
NO	80,5	27,5	108	25%	≤	
TOTAL	396,5	137,5	534	26%	≤	

Cubiertas						
	S. cubierta	S. Huecos	S. Total	% huecos		
C	216	3	219	1%	≤	5%

Tabla 9: Cumplimiento de requisitos para la aplicación de la opción simplificada. Limitación de la demanda energética

En el Cálculo de las transmitancias y condensaciones se encuentran las fichas justificativas del cumplimiento del CTE.

9. Chimenea

La chimenea para la evacuación de humos se calcula conforme a la norma UNE – EN 13384-1 2003.

El cálculo se ha realizado en la página web del fabricante CONVESA donde hay una aplicación que emplea las ecuaciones descritas en la norma citada norma. Estas parten de que el tiro debe cumplir las siguientes condiciones:

- El tiro mínimo de la entrada de humos en la chimenea debe ser igual o mayor que el tiro mínimo necesario a la entrada de humos en la chimenea.

- El tiro mínimo de la entrada de humos en la chimenea debe ser igual o mayor que la resistencia de presión efectiva del suministro de aire.
- El tiro máximo de la entrada de humos en la chimenea debe ser igual o menor que el tiro máximo permitido a la entrada de los humos en la chimenea.
- La temperatura de la pared interior en la salida del conducto de humos de la chimenea debe ser igual o mayor que el límite de temperatura.

Los datos introducidos son:

En cuanto a la instalación:

Potencia del generador:	35 Kw	
Rendimiento del generador:	100,0 %	
Tipo de combustible:	Gas natural	PCI = 39600 kJ/kg
Tipo de quemador:	Todo-poco-nada	
Temperatura de humos:	85 °C	
Temperatura ambiente exterior:	15 °C	
Altitud de la instalación:	10 m	
Longitud del tramo horizontal:	3 m	
Altura del tramo horizontal:	1 m	
Longitud del tramo vertical:	15 m	
Número de codos:	4	
Número de tes:	0	

9.1. Cálculo de chimeneas según UNE 13384-1 2003.

Comprobaciones finales:

1.- La presión disponible > altura eficaz ($|dP_{dis}| > H$)

$$|dP_{dis}| = 30,59 \quad H = 15$$

$ DP_{dis} > H$

2.- La velocidad media > velocidad mínima con el caudal mínimo ($V_m > V_{min}$)

Donde: $V_{min} = (3080 + 34 H + (280 + 8 H) \log(m)) / 2700$

$$V_{media} = 1,32 \quad V_{min} = 1,06$$

$$V_m > V_{min}$$

3.- Esbeltez, para rugosidad < 1 mm. ($[H/D_{hi}] < 200$).

$$H = 15 \quad D_{hi} = 0,125 \quad H / D_{hi} = 120$$

$$(H / D_{hi}) < 200$$

Por lo tanto con un diámetro interior de 125 mm. es suficiente.

10. Distribución de aire

10.1. Conductos

Se utilizarán conductos de chapa galvanizada y aislada para zona de bodega en sótano y conductos CLIMAVER NETO acústico en el resto de la vivienda.

10.2. Difusores y rejillas

La impulsión de aire a los locales climatizados se realizará mediante las rejillas de impulsión. El retorno del aire será conducido con rejillas.

En cocina y comedor se utiliza difusores circulares sin retorno para evitar olores.

11. Tipo de control y descripción funcional

El control de temperatura de las dependencias se realizará mediante control remoto con cableado, que dispone de diversas funciones, entre ellas marcha/paro, selector frío-calor, selector de velocidad del ventilador y diversas señales de funcionamiento e información de estado para cada conjunto de unidades interiores.

12. Ruidos y vibraciones

En lo que se refiere a las unidades exteriores, que se emplazarán en la cubierta del edificio, y en función de las presiones sonoras detalladas anteriormente, se prevé, suponiendo una

situación de funcionamiento simultáneo de todas las unidades exteriores instaladas, y sin tener en cuenta el ruido de fondo, una presión sonora conjunta de 55 dBA. (Máxima)

Por otra parte, las unidades interiores, como se puede observar en sus características, cumplen el nivel sonoro máximo de 45 dBA, de acuerdo con ITE 02.2.2.

Los equipos susceptibles de producir vibraciones contarán con soportes antivibratorios, seleccionados según UNE 100 153 que aseguren niveles inferiores a los previstos en la Ordenanza Municipal correspondiente.

Presupuesto

Climatización

		Precio	
	Cantidad	unitario	Total partida
UD UNIDAD DE CLIMATIZACION MINI VRV III BOMBA CALOR	1,00	13.269,00	13.269,00 €
<p>Suministro y montaje de UNIDAD DE CLIMATIZACION MINI VRV III BOMBA DE CALOR marca DAIKIN, de 14 KW. frigoríficos de potencia y 16 Kw.de potencia calorífica que incluye las siguientes unidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 UNIDAD INTERIOR E1 marca DAIKINI modelo FXMQ50P7 (CONDUCTO). - 1 UNIDAD INTERIOR E2 marca DAIKINI modelo FXMQ80P7 (CONDUCTO). - 1 UNIDAD INTERIOR E3 marca DAIKINI modelo FXLQ20P(PARED). - 1 UNIDAD INTERIOR E4 marca DAIKINI modelo FXLQ25P (PARED). - 1 UNIDAD EXTERIOR UE 1 marca DAIKIN modelo RXYSQ5P8. - 3 Unidades de derivaciones frigoríficas - 4 Uds. CONTROL REMOTO marca DAIKIN con sonda de temperatura, incluso cableado y conexionado eléctrico montado con tubo PVC reforzado, con p.p. de accesorios. - Soportes especiales para equipos de A/A, para suspender o apoyar en el forjado, incluso p.p. de anclajes, láminas de neopreno, arandelas elásticas anti vibraciones, fijaciones, recibidos, totalmente instalados y terminados. - Circuito frigorífico de interconexión de unidades interiores y exterior, formado por tubería de cobre deshidratado y aislado con coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente de espesor según normativa vigente (RITE), protegida contra la intemperie en caso necesario mediante chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor, realizando limpieza de todas las líneas, incluso carga de refrigerante R-407c, carga de aceite y ajuste, codos, soportes y conexiones a maquinas, con juntas flexibles para las conexiones entre maquina y conductos. - Desagües para condensación realizados en PVC de 32 mm de diámetro hasta la red de saneamiento general, con sus correspondientes equipamientos y cierres hidráulicos, con pendiente mínima del 2%. - Circuito de alimentación eléctrica a unidad de climatización e interconexión eléctrica entre unidades realizada mediante conductores de cobre con aislamiento H07V-K 750V (PIRELLI PIREPOL 3 o equivalente: no propagación de la llama, no propagación del incendio, reducida emisión de halógenos) con las secciones necesarias, montado con 			

tubo PVC reforzado M 25/gp7, incluso cajas de derivación, fijaciones, regletas de conexión y accesorios. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente (sótano).

UD UNIDAD DE CLIMATIZACION MINI VRV III BOMBA CALOR 1,00 11.740,00 11.740,00 €

Suministro y montaje de UNIDAD DE CLIMATIZACION MINI VRV III BOMBA DE CALOR marca DAIKIN, de 15,5 KW. frigoríficos de potencia y 18 Kw.de potencia calorífica que incluye las siguientes unidades:

- 2 UNIDADES INTERIORES E1y E2 marca DAIKINI modelo FXMQ80P7 (CONDUCTO).
- 1 UNIDAD EXTERIOR UE2 marca DAIKIN modelo RXYSQ6P8.
- 1 Unidad de derivaciones frigoríficas
- 2 Uds. CONTROL REMOTO marca DAIKIN con sonda de temperatura, incluso cableado y conexionado eléctrico montado con tubo PVC reforzado, con p.p. de accesorios.
- Soportes especiales para equipos de A/A, para suspender o apoyar en el forjado, incluso p.p. de anclajes, láminas de neopreno, arandelas elásticas anti vibraciones, fijaciones, recibidos, totalmente instalados y terminados.
- Circuito frigorífico de interconexión de unidades interiores y exterior, formado por tubería de cobre deshidratado y aislado con coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente de espesor según normativa vigente (RITE), protegida contra la intemperie en caso necesario mediante chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor, realizando limpieza de todas las líneas, incluso carga de refrigerante R-407c, carga de aceite y ajuste, codos, soportes y conexiones a maquinas, con juntas flexibles para las conexiones entre maquina y conductos.
- Desagües para condensación realizados en PVC de 32 mm de diámetro hasta la red de saneamiento general, con sus correspondientes equipamientos y cierres hidráulicos, con pendiente mínima del 2%.
- Circuito de alimentación eléctrica a unidad de climatización e interconexión eléctrica entre unidades realizada mediante conductores de cobre con aislamiento H07V-K 750V (PIRELLI PIREPOL 3 o equivalente: no propagación de la llama, no propagación del incendio, reducida emisión de halógenos) con las secciones necesarias, montado con tubo PVC reforzado M 25/gp7, incluso cajas de derivación, fijaciones, regletas de conexión y accesorios. Comprende todos los trabajos, materiales y medios

auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente (baja).

UD UNIDAD DE CLIMATIZACION MINI VRV III BOMBA CALOR 1,00 14.042,00 14.042,00 €

Suministro y montaje de UNIDAD DE CLIMATIZACION MINI VRV III BOMBA DE CALOR marca DAIKIN, de 15,5 KW. frigoríficos de potencia y 18 Kw.de potencia calorífica que incluye las siguientes unidades:

- 3 UNIDADES INTERIORES E2, E3 y E4 marca DAIKINI modelo FXDQ25P7 (CONDUCTO).
- 1 UNIDAD INTERIOR E1 marca DAIKINI modelo FXDQ40P7(CONDUCTO).
- 1 UNIDAD INTERIOR E5 marca DAIKINI modelo FXL25P (PARED).
- 1 UNIDAD EXTERIOR UE3 marca DAIKIN modelo RXYSQ6P8.
- 4 Unidades de derivaciones frigoríficas
- 5 Uds. CONTROL REMOTO marca DAIKIN con sonda de temperatura, incluso cableado y conexionado eléctrico montado con tubo PVC reforzado, con p.p. de accesorios.
- Soportes especiales para equipos de A/A, para suspender o apoyar en el forjado, incluso p.p. de anclajes, láminas de neopreno, arandelas elásticas anti vibraciones, fijaciones, recibidos, totalmente instalados y terminados.
- Circuito frigorífico de interconexión de unidades interiores y exterior, formado por tubería de cobre deshidratado y aislado con coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente de espesor según normativa vigente (RITE), protegida contra la intemperie en caso necesario mediante chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor, realizando limpieza de todas las líneas, incluso carga de refrigerante R-407c, carga de aceite y ajuste, codos, soportes y conexiones a maquinas, con juntas flexibles para las conexiones entre maquina y conductos.
- Desagües para condensación realizados en PVC de 32 mm de diámetro hasta la red de saneamiento general, con sus correspondientes equipamientos y cierres hidráulicos, con pendiente mínima del 2%.
- Circuito de alimentación eléctrica a unidad de climatización e interconexión eléctrica entre unidades realizada mediante conductores de cobre con aislamiento H07V-K 750V (PIRELLI PIREPOL 3 o equivalente: no propagación de la llama, no propagación del incendio, reducida emisión de halógenos) con las secciones necesarias, montado con tubo PVC reforzado M 25/gp7, incluso cajas de derivación, fijaciones, regletas de conexión y accesorios.

Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente (alta y despacho).

UD	REJILLA DE RETORNO LINEAL 600X150 mm	5,00	42,00	210,00 €
	Suministro y montaje de REJILLA de RETORNO lineal, de 600mm de longitud y 150 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.			
UD	REJILLA DE RETORNO LINEAL 400X300 mm	3,00	47,50	142,50 €
	Suministro y montaje de REJILLA de RETORNO lineal, de 400 mm de longitud y 300 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.			
UD	REJILLA DE RETORNO LINEAL 400X150 mm	8,00	41,00	328,00 €
	Suministro y montaje de REJILLA de RETORNO lineal, de 400mm de longitud y 150 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.			
UD	REJILLA DE RETORNO LINEAL 300X150 MM	1,00	36,10	36,10 €
	Suministro y montaje de REJILLA de RETORNO lineal, de 300 mm de longitud y 150 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.			
UD	REJILLA DE IMPULSION LINEAL 450X150 MM	10,00	40,50	405,00 €

Suministro y montaje de REJILLA de IMPULSION lineal, de 450 mm de longitud y 150 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.

UD	REJILLA DE IMPULSION LINEAL 300X150 mm	1,00	38,30	38,30 €
-----------	---	-------------	--------------	----------------

Suministro y montaje de REJILLA de IMPULSION lineal, de 300 mm de longitud y 150 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.

UD	REJILLA DE IMPULSION LINEAL 600X150 mm	8,00	44,00	352,00 €
-----------	---	-------------	--------------	-----------------

Suministro y montaje de REJILLA de IMPULSION lineal, de 600 mm de longitud y 150 mm altura, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.

UD	DIFUSOR CIRCULAR TIPO T3	3,00	58,00	174,00 €
-----------	---------------------------------	-------------	--------------	-----------------

Suministro y montaje de DIFUSOR CIRCULAR Tipo T3 para 350 m³/h. de IMPULSION, fabricada en aluminio. Con p.p. de conducto flexible aislado tipo FLEXIVER CLIMA o equivalente. Con compuerta de regulación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento.

M2	CONDUCTO FIBRA DE VIDRIO CLIMAVER PLUS NETO	160,00	26,40	4.224,00 €
-----------	--	---------------	--------------	-------------------

Suministro y montaje de CONDUCTOS RECTANGULARES de aire, contruidos en plancha rígida de fibra de vidrio con protección de lamina de aluminio en ambas caras, marca ISOVER mod. CLIMAVER PLUS ACÚSTICO NETO, de 25 mm. de espesor, instalados en conductos de impulsión y retorno de aire, con dimensiones según planos, incluso parte proporcional de embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y suportación, piezas especiales, anclajes, (homologado, según normas UNE y NTE-ICI-22). Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en

perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.

ML	CONDUCTO CHAPA DIÁMETRO 350 MM Suministro y montaje de CONDUCTOS CIRCULARES de aire, contruidos en chapa galvanizada de 350 mm. de diámetro con aislamiento según RITE, acabado en aluminio de 0,6 mm de espesor, instalados en conductos de impulsión y retorno de aire, incluso parte proporcional de embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y suportación, piezas especiales, anclajes, (homologado, según normas UNE y NTE-ICI-22). Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	7,00	58,80	411,60 €
ML	CONDUCTO CHAPA DIÁMETRO 300 MM Suministro y montaje de CONDUCTOS CIRCULARES de aire, contruidos en chapa galvanizada de 300 mm. de diámetro con aislamiento según RITE, acabado en aluminio de 0,6 mm de espesor, instalados en conductos de impulsión y retorno de aire, incluso parte proporcional de embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y suportación, piezas especiales, anclajes, (homologado, según normas UNE y NTE-ICI-22). Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	9,00	53,20	478,80 €
ML	CONDUCTO CHAPA DIÁMETRO 250 MM Suministro y montaje de CONDUCTOS CIRCULARES de aire, contruidos en chapa galvanizada de 250 mm. de diámetro con aislamiento según RITE, acabado en aluminio de 0,6 mm de espesor, instalados en conductos de impulsión y retorno de aire, incluso parte proporcional de embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y suportación, piezas especiales, anclajes, (homologado, según normas UNE y NTE-ICI-22). Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	6,00	48,00	288,00 €

ML	CONDUCTO CHAPA DIÁMETRO 200 MM	7,00	41,00	287,00 €
	<p>Suministro y montaje de CONDUCTOS CIRCULARES de aire, contruidos en chapa galvanizada de 200 mm. de diámetro con aislamiento según RITE, acabado en aluminio de 0,6 mm de espesor, instalados en conductos de impulsión y retorno de aire, incluso parte proporcional de embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y suportación, piezas especiales, anclajes, (homologado, según normas UNE y NTE-ICI-22). Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.</p>			
UD	AYUDAS ALBAÑILERIA CLIMATIZACION	1,00	1.200,00	1.200,00 €
	<p>Conjunto de AYUDAS DE ALBAÑILERIA para dejar la instalación de CLIMATIZACION completamente terminada, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Apertura y tapado de rozas. -Apertura de agujeros en paramentos. -Colocación de pasamuros. -Fijación de soportes. -Construcción de bancadas. -Construcción y recibido de cajas para elementos empotrados. -Apertura de agujeros en falsos techos. -Carga, descarga y elevación de materiales. -Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones. -Recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares. <p>En general, todo aquello necesario para el montaje de la instalación.</p> <p>Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.</p>			
UD	LEGALIZACION Y PUESTA EN MARCHA INST. CLIMATIZACION	1,00	800,00	800,00 €
	<p>Legalización y puesta en marcha de la instalación de CLIMATIZACION para cumplimiento de la reglamentación vigente. Se incluyen Proyecto, Visados, Dictámenes, etc., necesarios para la aprobación de las instalaciones ante los organismos estatales, autonómicos o locales competentes para la autorización de la ejecución y puesta en marcha definitiva de la instalación.</p>			
Total Capítulo climatización			48.426,30 €	

Calefacción

	Cantidad	Precio unitario	Total partida
UD CALDERA INDIVIDUAL ISOMAX CONDENS F 35 E	1,00	2.850,00	2.850,00 €

Suministro y montaje de instalación de caldera mural, tipo mixta, de condensación y estanca, marca SAUNIER DUVAL modelo ISOMAX CONDENS F 35 E, de gas natural, para calefacción y agua caliente sanitaria instantánea con sistema H-MOD de amplio rango de modulación (potencia mínima 7,6kW) y alto rendimiento constante, sistema DE ACUMULACION DE 21+21 LITROS, con una potencia de útil de (34,2 kw), con MICROPROCESADOR, regulación Proporcional Integral-Derivada en ACS y en calefacción auto adaptativa, que regula automáticamente la temperatura de radiadores sin necesidad de sonda exterior.

Control remoto vía radio con termostato programador semanal y regulación de temperatura ambiente modulante, auto diagnostico en castellano con ayuda para solución de problemas. La caldera es capaz de suministrar simultáneamente calefacción y ACS, e incluye los siguientes elementos y características: acumulador de 21+21L con sistema antigolpe de ariete incluido, limitador de temperatura en ACS, doble intercambiador en cobre electrolítico/acero inoxidable AISI 316, mecanismo de gas con motor paso a paso, desgasificador centrífugo automático en "composite", by-pass automático y regulable, válvula inversora, detector y medición de caudal magnético con emisor de impulsos, seguridades de falta de llama por ionización, de anticiclos cortos, de sobrecalentamiento por termistancia, de falta de agua, de electricidad y de tiro en chimenea con tres rearmes automáticos, de sobrepresión hidráulica en calefacción y en ACS antibloqueo de bomba y antihielo.

Placa de conexionado a paneles solares con válvula termostática automática.

Perfectamente instalada, funcionando y incluyendo suministro y montaje de: conexiones hidráulicas con llaves de corte, filtro revisable en el circuito de calefacción sin vaciar la instalación, conducción de las válvulas de sobrepresión hidráulica a desagüe, alimentación eléctrica con interruptor bipolar, puesta en funcionamiento para pruebas (pfp) a realizar por el

SAT Oficial del fabricante, puesta en marcha (pm) a realizar sin cargo por el fabricante, legalización, ayudas de albañilería y medios auxiliares, según especificaciones de proyecto, y Normativa vigente.

M	CHIMENEA DE EVACUACION DE HUMOS DINAK GE-M 125	20,00	74,20	1.484,00 €
	Suministro y montaje de Chimenea de evacuación de gases de combustión de calderas de calefacción, marca DINAK mod. GE-M o equivalente, modular de doble pared de acero inoxidable, de 125 mm de diámetro, la pared interior fabricada en acero inoxidable AISI 304 y la pared exterior en acero inoxidable AISI 304, ambas de 0,4 mm de espesor. Aislamiento de lana de roca de alta densidad y en las uniones de fibra cerámica. Todos los módulos están soldados longitudinalmente en continuo y son ensamblables entre si mediante un sistema macho-hembra, que permite la absorción de dilataciones. La unión de la pared interior a la exterior se realiza mediante un sistema de unión puntual, con ausencia de puente térmico. Incluso piezas especiales, codos, uniones y desvíos, remates, elementos de fijación y demás accesorios. Medida la unidad completa, totalmente instalada y funcionando.			
M	CONDUCTO CIRCULAR CHAPA D=100MM	2,00	38,16	76,32 €
	Suministro y montaje de CONDUCTO de CANALIZACION de aire de 100 mm de diámetro, realizada con chapa de acero galvanizada de espesor según normativa vigente, i/embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y piezas especiales, homologado. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente (Toma aire).			
UD	CONJUNTO DE VÁLVULAS DE CORTE,.....	1,00	1.050,00	1.050,00 €
	Conjunto de válvulas de corte, equilibrado, dos y tres vías motorizadas, llenado con filtro, retención y vaciado, colectores, manguitos antivibratorios, aislamiento según RITE, acabado en aluminio, en sala de caldera y todos los demás elementos necesarios reflejados en esquema de principio. Instalado y funcionando.			
UD	CONJUNTO DE BOMBAS	1,00	1.200,00	1.200,00 €
	Conjunto de bombas de circuito primario y secundario para calefacción de radiadores, suelo radiante y ACS caldera con todos los elementos necesarios según esquema de principio. Instalado y funcionando.			
UD	BOMBA RECIRCULACION ACS VIVIENDA	1,00	580,30	580,30 €

Grupo motobomba marca WILO o equivalente, compuesto por una motobomba, construcción in-line, seleccionado con las siguientes características:

- Wilo-Stratos ECO-Z 25/1-5 PN10
- Caudal: 0,25 m³/h
- Altura manométrica: 3 m.c.a.
- Motor: 0,01 kW.

Incluso parte proporcional de cuadro eléctrico de mando y protección, cableado y conexionado, manguitos elásticos anti vibratorios, elementos de unión, p/p de colectores, valvulería, válvulas de corte, retención y filtro, y demás accesorios. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.

UD	VACIADO DE CALEFACCION	1,00	88,70	88,70 €
	Vaciado de circuito calefacción, sistema individual, incluso tuberías, piezas especiales, valvulería, fijaciones, p.p. de accesorios y conexionado a la red de saneamiento. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.			
M	TUBERÍA EVALPEX PREAISLADO 32X2,9	85,00	16,50	1.402,50 €
	Tubería Wirsbo evalPEX, de polietileno reticulado de alta densidad conforme al proceso Engel, de 32x2,9 mm de diámetro, norma DIN 4726, con barrera plástica externa (etilvinil-alcohol) antidifusión de oxígeno para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores) y suelo radiante, completa e instalada según planos.			
M	TUBERÍA EVALPEX PREAISLADO 25X2,3	32,00	13,80	441,60 €
	Tubería Wirsbo evalPEX, de polietileno reticulado de alta densidad conforme al proceso Engel, de 25x2,3 mm de diámetro, norma DIN 4726, con barrera plástica externa (etilvinil-alcohol) antidifusión de oxígeno para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores) y suelo radiante, completa e instalada según planos.			
UD	KIT COLECTOR 2 SALIDAS CON CAUDALÍMETRO	2,00	125,00	250,00 €
	KIT colector con 2 salidas con caudalímetro fabricado en Polisulfona y compuesto de: 2 válvulas de paso, 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 módulos básicos "Uponor Q&E", 2 tapones, soportes y 4 adaptadores. Instalado.			
UD	MÓDULO BÁSICO 1 SALIDA CON CAUDALÍMETRO	24,00	78,00	1.872,00 €

Módulo Básico (1 salida) con caudalímetro.1 s. - 1 x 3/4. Instalado y funcionando.

UD	CAJA COLECTORES CLIMATIZACION INVISIBLE-10 A 12 SALIDAS	2,00	288,00	576,00 €
	Caja metálica para Kit colector 110 x 1000 mm. Instalado.			
UD	TAPA COLECTORES DE CLIMATIZACION INVISIBLE BLANCA-1000	2,00	44,80	89,60 €
	Tapa colectores de climatización invisible BLANCA-1000 de UPONOR ó equivalente. Instalado.			
UD	CABEZAL ELECTROTÉRMICO 24 V	24,00	35,40	849,60 €
	Cabezal electrotérmico 24 V. Instalado			
UD	KIT DISPLAY EVOLUTION I76 + UNIDAD BASE EVOLUTION C56 RCS	1,00	124,00	124,00 €
	Kit Display Evolution I76 + Unidad base Evolution C56 RCS. de UPONOR o equivalente. Instalado.			
UD	TERMOSTATO PREMIUM BLANCO RADIO CONTROL SYSTEM	2,00	82,00	164,00 €
	Termostato premium blanco RADIO CONTROL SYSTEM de UPONOR o equivalente. Instalado.			
UD	UNIDAD BASE EVOLUTION C56 RADIO CONTROL SYSTEM	1,00	555,00	555,00 €
	Unidad base Evolution C56 Radio Control System o equivalente. Instalado.			
M	TUBERIA EVALPEX Q&E 16X1,8	2.000,00	2,20	4.400,00 €
	Tubería Wirsbo evalPEX, de polietileno reticulado de alta densidad conforme al proceso Engel, de 16x1,8 mm de diámetro,norma DIN 4726, con barrera plástica externa (etilvinil-alcohol) antidifusión de oxígeno para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores) y suelo radiante, completa e instalada según planos.			
M2	PANEL PORTATUBOS CON AISLAMIENTO, 30KG/M3 E=13 mm	300,00	3,30	990,00 €
	Panel portatubos con aislamiento, 30Kg/m3 e=13 mm. Instalado.			
M	 AISLAMIENTO LATERAL ZÓCALO	500,00	2,10	1.050,00 €
	Zócalo o banda de aislamiento perimetral de espuma de Polietileno Reticulado (PEX), que se sitúa entre el panel moldeado y el tabique de obra, absorbiendo las dilataciones del mortero y disminuyendo las pérdidas de calor laterales. iNSTALADO.			
KG	ADITIVO PARA MORTERO UPONOR	40,00	5,80	232,00 €
	Aditivo fluidificante que se añade a la masa de mortero que ayuda a eliminar burbujas de aire y mejora el contacto del mortero con la tubería Uponor Wirsbo-evalPEX o equivalente.			
UD	RADIADOR DE ALUMINIO 6 ELEMENTOS	2,00	88,90	177,80 €
	Radiador de aluminio de ROCA o similar homologado, tipo DUBAL 60, para sistema bitubo de 6 elementos, incluyendo válvula de corte, válvula termostática y detentor de 3/8", purgador de 1/2" y soporte con p.p. de tubería de PE-AL-PE con los diámetros indicados en planos, con accesorios, incluso tubería de protección			

con ARTIGLAS para distribución en suelo y pared y aislamiento según RITE. Totalmente instalado y funcionando.

UD RADIADOR DE ALUMINIO 7 ELEMENTOS	5,00	99,50	497,50 €
Radiador de aluminio de ROCA o similar homologado, tipo DUBAL 60, para sistema bitubo de 7 elementos, incluyendo válvula de corte, válvula termostática y detentor de 3/8", purgador de 1/2" y soporte con p.p. de tubería de PE-AL-PE con los diámetros indicados en planos, con accesorios, incluso tubería de protección con ARTIGLAS para distribución en suelo y pared y aislamiento según RITE. Totalmente instalado y funcionando.			
UD RADIADOR DE ALUMINIO 8 ELEMENTOS	5,00	110,30	551,50 €
Radiador de aluminio de ROCA o similar homologado, tipo DUBAL 60, para sistema bitubo de 8 elementos, incluyendo válvula de corte, válvula termostática y detentor de 3/8", purgador de 1/2" y soporte con p.p. de tubería de PE-AL-PE con los diámetros indicados en planos, con accesorios, incluso tubería de protección con ARTIGLAS para distribución en suelo y pared y aislamiento según RITE. Totalmente instalado y funcionando.			
UD TOALLERO FA 75/45	2,00	126,00	252,00 €
Toallero de aluminio FA 75x45 cm., para sistema bitubo, incluyendo válvula de corte y detentor de 3/8", purgador de 1/2" y soporte con p.p. de tubería de PE-AL-PE con los diámetros indicados en planos, con accesorios, incluso tubería de protección con ARTIGLAS para distribución en suelo y pared y aislamiento según RITE. Totalmente instalado y funcionando.			
UD LLAVE DE VACIADO	1,00	22,50	22,50 €
Llave macho de vaciado DN-15 incluso conexión a circuito de calefacción, completa y montada. (sótano)			
UD TERMOSTATO PROGRAMABLE	1,00	98,60	98,60 €
Termostato programable semanal modelo SD-5002 de SAUNIER DUVAL o similar homologado, incluso cableado con caldera. Instalado. (Sótano)			
UD AYUDAS ALBAÑILERIA CALEFACCION	1,00	800,00	800,00 €

Conjunto de AYUDAS DE ALBAÑILERIA para dejar la instalación de CALEFACCION completamente terminada, incluyendo:

- Apertura y tapado de rozas.
- Apertura de agujeros en paramentos.
- Colocación de pasamuros.
- Fijación de soportes.
- Construcción de bancadas.
- Construcción y recibido de cajas para elementos empotrados.
- Apertura de agujeros en falsos techos.
- Carga, descarga y elevación de materiales.
- Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.
- Recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.

En general, todo aquello necesario para el montaje de la instalación.

Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.

LEGALIZACION Y PUESTA EN MARCHA INST.

UD CALEFACCION	1,00	500,00	500,00 €
Legalización y puesta en marcha de la instalación de CALEFACCION para cumplimiento de la reglamentación vigente. Se incluyen Proyecto, Visados, Dictámenes, etc., necesarios para la aprobación de las instalaciones ante los organismos estatales, autonómicos o locales competentes para la autorización de la ejecución y puesta en marcha definitiva de la instalación.			

Total Capítulo Climatización 23.225,52 €

Energía solar

	Cantidad	Precio Unitario	Total partida
UD CAPTADOR SOLAR Captador solar térmico modelo aprobado por D.F. de alto rendimiento. Formado por absorbedor de cobre macizo tratamiento altamente selectivo, vidrio de seguridad de 3,2 mm de grosor, aislamiento doble de alta calidad, resistente a la temperatura, lana mineral de 60 mm de grosor y de 15 mm en los laterales. Junta de estanqueidad integrada. Superficie útil 2,00 metros cuadrados. Distintivo Angel Azul. Para colocación horizontal. Sistema de conexión variable. Sistema de construcción Mäander. Instalado.	2,00	770,00	1.540,00 €
UD CONJUNTO DE SUJECCION DEL CAPTADOR Conjunto de sujeción y montaje de dos captadores sobre tejado de aluminio y elementos de fijación. Para el modelo aprobado por D.F. Instalado.	1,00	385,00	385,00 €
UD PIEZAS UNION Piezas de unión soporte captadores.	1,00	47,00	47,00 €
UD COMPENSADOR TEMPERATURA Compensador de acero inoxidable para la interconexión de captadores.	1,00	52,00	52,00 €
UD CONEXION TOPSON F3 Por batería de captadores colocados sobre tejado. Compuesto de un dispositivo de conexión de 3/4" y dos tapones de cierre.	1,00	88,00	88,00 €
UD PURGADOR DE AIRE Conexión de 22mm. Capacidad de 0,15 litros aislado.	1,00	88,00	88,00 €
UD REGULADOR SOLAR Regulación para el control de circuito solar, modelo aprobado por D.F. Para instalaciones de uno o dos circuitos. Diferencial de temperatura de conexión y desconexión ajustable, limitación de temperatura máxima del acumulador y protección contra el sobrecalentamiento en el panel, protección estática de la bomba, distribución optimizada, control de funcionamiento de sondas, programación de prioridad. Indicadores de temperatura de panel, del interacumulador, de retorno, rendimiento solar. Incluye sondas de inmersión del captador y del interacumulador y las vainas de inmersión	1,00	634,00	634,00 €

correspondientes.			
UD KIT CONEXIONADO CALDERA	1,00	94,00	94,00 €
Kit homologado y aprobado para conexionado de la caldera mixta, con válvulas de corte, tres vías, sondas, .. etc.			
UD FLUIDO CALOPORTANTE	1,00	180,00	180,00 €
Disolución de propilenglicol al 50%, marca Wolf, modelo ANRO con inhibidores a la corrosión. Temperatura mínima de trabajo -30°C. Temperatura máxima de trabajo 170°C. Peso específico 1,043 gr/cc. Calor específico 0,87 Kcal/Kg°C. Viscosidad cinemática a 20°C es de 5,22 mm ² /s. Tensión de vapor 2 mbar. PH comprendido entre 7,5 y 8,5. Envase de 5 Kg			
UD VASO EXPANSION	1,00	99,00	99,00 €
Vaso de expansión de 18 litros 1,5 BAR. 90°C de temperatura de impulsión para instalaciones de hasta 4 colectores, SEDICAL o similar.			
UD CONJUNTO DE BOMBAS	1,00	410,00	410,00 €
Conjunto de bombas dobles / simples de las siguientes características: Grupo circulador formado por bombas para circuito solar de ACS Está compuesto de: válvula de paso, válvula de retención, termómetros, llave de llenado y vaciado, válvula de seguridad, manómetro de 10 bar, regulador de caudal y caudalímetro. Para temperaturas de trabajo de 130°C. -Tensión: 220Vca -Modelo: Aprobado por D.F. -0,5 m ³ /h., 12 m.c.a. y 0,2 CV. (1 ud.) -0,1 m ³ /h., 10 m.c.a. y 0,2 CV. (1 ud.) -0,1 m ³ /h., 10 m.c.a. y 0,2 CV. (1 ud.)			
UD TUBERIAS Y AISLAMIENTO	1,00	105,00	105,00 €
Tuberías de cobre sanitario de 1 mm de espesor de diámetro según plano de distribución 16/18, totalmente aisladas con coquilla tipo Armaflex y protegida de la radiación ultravioleta y condiciones climatológicas con recubrimiento de chapa de aluminio incluso accesorios de montaje y fijación. (Total 20 ml. circuito primario)			
UD TUBERIAS Y AISLAMIENTO	1,00	132,00	132,00 €
Tuberías de polipropileno de 20/25 y 26/32, PN-20, con aislamiento según RITE para A.C.S. (circuito secundario), con p.p. de soldadura por termofusión, accesorios, fijaciones. Instalado. (Total 30 ml.)			
UD CONJUNTO DE VALVULAS	1,00	108,20	108,20 €
Conjunto de válvulas de equilibrado, termostáticas y corte en vivienda.			
UD INTERACUMULADORES	2,00	522,00	1.044,00 €

Interacumuladores de 210 litros de capacidad de acero inoxidable, aislamiento, válvulas, control,... Instalado. (Un serpentín) (solar y caldera)			
UD SISTEMA DISIPACION ENERGIA	1,00	320,00	320,00 €
Sistema de disipación de energía en momentos de gran captación y poca demanda. Formado por un aerotermo y un control de temperatura por termostato de inmersión. Modelo aprobado por D.F. con intercambiador de galvanizado.Incluido instalación eléctrica de alimentación de mando y protección.			
UD LLENADO AUTOMATICO	1,00	350,00	350,00 €
Sistema de llenado automático formado por grupo de presión, presostato de alta y baja, depósito neumático y depósito de almacenamiento de fluido caloportante totalmente instalado.			
UD PUESTA EN MARCHA	1,00	150,00	150,00 €
Puesta en marcha regulación Digisolar			
Total Capítulo energía solar			5.826,20 €

Total presupuesto 77.478,02 €

El presupuesto total de este proyecto asciende a setenta y siete mil cuatrocientos setenta y ocho euros con dos céntimos.

Conclusiones

El objeto de este proyecto era el diseño del agua caliente sanitaria, de la calefacción por radiadores y por suelo radiante y del aire acondicionado para una vivienda unifamiliar de 500 m² aproximadamente en Sevilla.

Para llegar a desarrollar un proyecto de calefacción y de aire acondicionado en el que quedaran definidas las instalaciones se ha partido de las necesidades de la propiedad, de las características propias de la vivienda y de la normativa vigente, se ha buscado documentación acerca de las condiciones climáticas y se ha realizado un cálculo para determinar, tanto para el invierno como para el verano, las necesidades de potencia de las máquinas a instalar.

Posteriormente se ha realizado la implantación de los sistemas en los planos para conocer su situación exacta dentro de la vivienda ya que es necesaria para calcular los sistemas auxiliares que acompañan a las máquinas principales (máquinas de aire acondicionado y caldera) como bombas, depósitos acumuladores, depósitos de expansión, conductos, tuberías, rejillas y ventiladores.

El agua caliente solar se ha dimensionado a partir de las necesidades que fija el CTE en función de la ocupación.

Resumen características de la vivienda

La vivienda situada en Sevilla tiene una superficie de 500 m² aproximadamente, repartidos en 3 plantas, sótano, baja y alta. La planta sótano tiene dos dormitorios, trastero, bodega, gimnasio con sauna, cuarto de la plancha, salón de juegos y dos cuartos de baño. La planta baja cuenta con una cocina, un aseo, un salón y un comedor. Por otro lado la planta alta tiene tres cuartos de baño y tres dormitorios dobles.

Resumen de la instalación de calefacción

La caldera proyectada es una caldera de condensación de la marca Saurnier Duval modelo ISOMAX CONDENS F 35 E con un sistema de acumulación de 21+21 litros y 34 KW de potencia útil.

La siguiente tabla presenta un resumen de la potencia por plantas.

Planta Sótano	9.596,78 W	56,79 W/m ²
Planta Baja	11.232,02 W	68,49 W/m ²
Planta Alta	9.080,09 W	55,37 W/m ²
Total	29.908,89 W	

Tabla 10: Resumen potencias calefacción

En la planta sótano se ha optado por colocar radiadores, los elementos de los mismos son:

	Carga térmica (W)	Número de elementos	Número de radiadores	Potencia instalada (W)
Plancha	697,00	7	1	806,40
Salón de juegos	1.942,02	17	2	2.073,60
Bodega - Gimnasio	3.931,36	35	6	4.377,60
Dormitorio 2	973,50	9	1	1.036,80
Dormitorio 1	1.014,33	9	1	1.036,80
Baño dormitorio 2	284,14	3	1	345,60
Aseo dormitorio 1	162,51	2	1	230,40
Pasillo	591,91	6	1	691,20

Tabla 11: Resumen elementos radiadores

En cuanto al suelo radiante se ha optado por colocar los siguientes circuitos:

	q W/m2	Caudal l/h	Nº de circuitos	Paso entre tubos cm
Planta Baja				
Distribuidor - escalera	53	106,9	2	30
Salón	72	83,1	5	15
Comedor	72	54,8	2	15
Cocina - despensa	60	72,8	2	30
Aseo 1	67	18,6	1	20
Planta Alta				
Dormitorio 3	80	70,4	2	20
Baño 1	69	27,4	1	20
Dormitorio 4	87	49,5	2	15
Baño 2	67	59,0	1	30
Pasillo - Baño	67	60,0	1	30
Pasillo 1	57	52,0	1	30
Baño 3	70	61,8	1	20
Dormitorio 5 - Pasillo 2	85	110,4	2	20
Vestidor	54	39,3	1	30

Tabla 12: Resumen circuitos suelo radiante

Resumen de la instalación de aire acondicionado

Los espacios que cuentan con aire acondicionado son:

Los dormitorios, el gimnasio, la bodega, el salón de juegos, el cuarto de la plancha y el pasillo en la planta sótano. La cocina, el comedor, el salón y el vestíbulo – escalera en la planta baja y los tres dormitorios en la planta alta. Las unidades exteriores se han colocado en la cubierta de la vivienda.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la potencia del aire acondicionado:

		Q
Planta baja	Salón	8.275,00 W
Planta baja	Cocina	6.601,00 W
Planta baja	Comedor	3.357,00 W
Planta baja	Vestíbulo	6.886,00 W
Planta sótano	Bodega	4.292,00 W
Planta sótano	Dormitorio 1	1.697,00 W
Planta sótano	Dormitorio 2	2.941,00 W
Planta sótano	Gimnasio	3.924,00 W
Planta sótano	Pasillo	3.751,00 W
Planta sótano	Plancha	1.925,00 W
Planta sótano	Sala de juegos	4.673,00 W
Planta alta	Dormitorio 3	2.947,00 W
Planta alta	Dormitorio 4	2.373,00 W
Planta alta	Dormitorio 5 y vestidor	3.222,00 W

Tabla 13: Resumen aire acondicionado 1

	Q	q
Planta sótano	23.203,00 W	137,30 W/m ²
Planta baja	25.119,00 W	153,16 W/m ²
Planta alta	8.542,00 W	52,09 W/m ²

Tabla 14: Resumen aire acondicionado 2

Resumen de la instalación de agua caliente sanitaria

La normativa exige una aportación del 70%. Para obtener la energía suficiente el cálculo mes a mes realizado ha arrojado que son necesarios dos paneles de 2 m² cada uno. La energía total

para ACS que se requiere es de 4.255 KWh y la instalación proyectada produce 3.328 KWh cubriendo el 78% de las necesidades.

Además la instalación cuenta con un depósito de acumulación de agua caliente de 210 litros preparados para su uso.

Trabajos futuros

El presente proyecto tiene una línea tradicional muy marcada en el sentido de que no se emplean tecnologías más modernas sino que por el contrario se emplea lo más corriente que existe en el mercado. En un futuro, lo correcto sería que, partiendo sobre la instalación aquí proyectada, se mejorase con el fin de incluir tecnologías que permitieran una mayor eficiencia energética, un mayor confort y un coste económico de operación menor.

Algunas de las líneas por donde se podría dar continuidad a este trabajo sería la energía solar, con el fin de dar servicio también al sistema de suelo radiante, una máquina de absorción para sustituir las máquinas de aire acondicionado proyectadas, energía geotérmica aprovechando las existentes o un sistema de microgeneración con una turbina de gas con el que producir calor y energía eléctrica.

Desde la publicación del *Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia*, las mejores soluciones serán en las que se produzca solamente electricidad sin emplear energía primaria ya que este Real Decreto establece un marco legal para la conexión de instalaciones de potencia no superior a 100 KW.

Bibliografía

1. Wikipedia.org. [En línea] http://en.wikipedia.org/wiki/Condensing_boiler.
2. Heat Pump Center. [En línea] Página web dedicada a la información sobre las tecnologías de bomba de calor, aire acondicionado y refrigeración. <http://www.heatpumpcentre.org>.
3. **Daikin**. Tarifa 2011. 2011. Apartado VRV/CMS.
4. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. <http://www.idae.es/>. [En línea]
5. Reglamento de instalaciones térmicas en edificios. *RITE*. 2007. BOE num. 207 .
6. **García-Casals, Xavier**. *Energía 3.0*. Madrid : Greenpeace España, 2011.

7. **de Andrés y Rodríguez-Pomatta, J.A., Aroca Lastra, Santiago y García Gandara, Manuel.** *Calefacción y agua caliente sanitaria.* Madrid : a. Madrid Vicente, 1991. ISBN 84-87440-13-4.
8. Código Técnico de la edificación - Ahorro energético. *CTE DB HE.* Abril de 2009.
9. Documento de Apoyo al Documento Básico. *Zonificación climática en función de la radiación solar global.* Junio de 2011.
10. UNE - EN 1264-1. *Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 1 definiciones y símbolos.* 1998.
11. UNE_100155. . *Climatización diseño y cálculo de sistemas de expansión.* 2004.
12. UNE - EN 1264-2. *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 2. Suelo radiante.* 2009.
13. UNE-EN 13384-1. *Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y fluido-dinámicos. Parte 1 chimeneas que prestan servicio a un único aparato de calefacción.* 2011.
14. UNE- EN 12831. *Sistemas de calefacción en edificios. Métodos de cálculo de la carga térmica de diseño.* 2003.

Anexos de cálculo

Anexo 1. Exigencias de ventilación

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Tabla 15: Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

Por tanto nuestra vivienda tiene los siguientes caudales de ventilación teniendo en cuenta que los dormitorios son dobles, la ocupación del salón será de 10 personas (5 dormitorios dobles) y la cocina tiene una superficie de 31,2 m^2 .

	Estancia	l/s total
Planta sótano	Dormitorio 1	10
	Dormitorio 2	10
	Aseo	15
	Baño	15
	Bodega - gimnasio	30
	Salón de Juegos	30
Planta Baja	Cocina	112,4
	Aseo	15
	Salón - Comedor	30
Planta Primera	Dormitorio 3	10
	Dormitorio 4	10
	Dormitorio 5	10
	Baño 1	15
	Baño 2	15
	Baño 3	15

Tabla 16: Caudales de la ventilación mecánica

Anexo 2. Selección de equipos

A. Unidad exterior RXYSQ5P8 (1 UD)

- Unidad exterior MINI VRV III, bomba de calor. Serie Inverter aire-aire, con compresor asimétrico de tipo vertical. Refrigerante R-410 A.
- Control de capacidad conjunto en varias etapas.
- Capacidad frigorífica nominal: 14,0 Kw con 35°C bulbo seco en exterior, y 19°C bulbo húmedo en interior.
- Capacidad calorífica nominal: 16,0 Kw
- Dimensiones (mm):
 - altura: 1345
 - frente: 900
 - profundidad: 320
- Peso: 125 Kg
- Nivel sonoro: 51/53 dBA
- Suministro eléctrico: 2 x 230 + T
- Consumo eléctrico: 3,9 Kw.
- Líneas frigoríficas:
 - Líquido: 9,5 mm.
 - Gas: 15,9 mm.

B. Unidad exterior RXYSQ6P8 (2 UDS)

Unidad exterior MINI VRV III, bomba de calor, solo frío. Serie Inverter aire-aire, con compresor asimétrico de tipo vertical. Refrigerante R-410 A.

- Control de capacidad conjunto en varias etapas.
- Capacidad frigorífica nominal: 15,5 Kw con 35°C bulbo seco en exterior, y 19°C bulbo húmedo en interior.
- Capacidad calorífica nominal: 18,0 Kw
- Dimensiones (mm):
 - altura: 1345
 - frente: 900
 - profundidad: 320
- Peso: 125 Kg
- Nivel sonoro: 53/55 dBA
- Suministro eléctrico: 2 x 230 + T

- Consumo eléctrico: 4,53 Kw.
- Líneas frigoríficas:
 - Líquido: 9,5 mm.
 - Gas: 19,1 mm.

C. Unidad interior tipo 80 (FXMQ80P7) – 3 UDS

Unidad interior de conducto para instalación en falso techo baño, con refrigerante R-410A con las siguientes características:

- Válvula de expansión electrónica para regulación del caudal de refrigerante con un control proporcional-integral-diferencial.
- Control de temperatura individual por microprocesador, midiendo la temperatura del aire de retorno y, opcionalmente, la del aire ambiente.
- Control de temperatura mínima de descarga de aire frío/ calor.
- Bomba de drenaje de condensados.
- Capacidad frigorífica nominal: 9,0 Kw.
- Capacidad calorífica nominal: 10,0 Kw.
- Caudal de aire: 1500 m³/h (velocidad alta)
- Dimensiones (mm):
 - altura: 300
 - frente: 1000
 - profundidad: 700
- Peso: 36 Kg.
- Nivel sonoro: 39 dBA (velocidad baja)
- Suministro eléctrico: 2 x 230 V + T
- Consumo eléctrico: 298W.
- Líneas frigoríficas:
 - Líquido: 9,5 mm.
 - Gas: 15,9 mm.

D. Unidad interior tipo 50 (FXMQ50P7) – 1 UD.

Unidad interior de conducto para instalación en falso techo baño, con refrigerante R-410A con las siguientes características:

- Válvula de expansión electrónica para regulación del caudal de refrigerante con un control proporcional-integral-diferencial.
- Control de temperatura individual por microprocesador, midiendo la temperatura del aire de retorno y, opcionalmente, la del aire ambiente.
- Control de temperatura mínima de descarga de aire frío/ calor.
- Bomba de drenaje de condensados.

- Capacidad frigorífica nominal: 5,6 Kw.
- Capacidad calorífica nominal: 6,3 Kw.
- Caudal de aire: 1080 m³/h (velocidad alta)
- Dimensiones (mm): altura: 300
 - frente: 1000
 - profundidad: 700
 - Peso: 36 Kg.
- Nivel sonoro: 37 dBA (velocidad baja)
- Suministro eléctrico: 2 x 230 V + T
- Consumo eléctrico: 215W.
- Líneas frigoríficas:
 - Líquido: 9,5 mm.
 - Gas: 12,7 mm.

E. Unidad interior tipo 40 (FXDQ40P7) – 1 UD

Unidad interior de conducto para instalación en falso techo baño, con refrigerante R-410A con las siguientes características:

- Válvula de expansión electrónica para regulación del caudal de refrigerante con un control proporcional-integral-diferencial.
- Control de temperatura individual por microprocesador, midiendo la temperatura del aire de retorno y, opcionalmente, la del aire ambiente.
- Control de temperatura mínima de descarga de aire frío/ calor.
- Bomba de drenaje de condensados.
- Capacidad frigorífica nominal: 4,5 Kw.
- Capacidad calorífica nominal: 5 Kw.
- Caudal de aire: 540 m³/h (velocidad alta)
- Dimensiones (mm): altura: 200
 - frente: 900
 - profundidad: 625
 - Peso: 27 Kg.
- Nivel sonoro: 30 dBA (velocidad baja)
- Suministro eléctrico: 2 x 230 V + T
- consumo eléctrico: 160W.
- líneas frigoríficas:
 - Líquido: 6,4 mm.
 - Gas: 12,7 mm.

F. Unidad interior tipo 25 (FXDQ25P7) – 3 UDS

- Unidad interior de conducto para instalación en falso techo baño, con refrigerante
- R-410A con las siguientes características:
- Válvula de expansión electrónica para regulación del caudal de refrigerante con un control proporcional-integral-diferencial.
- Control de temperatura individual por microprocesador, midiendo la temperatura del aire de retorno y, opcionalmente, la del aire ambiente.
- Control de temperatura mínima de descarga de aire frío/ calor.
- Bomba de drenaje de condensados.
- Capacidad frigorífica nominal: 2,8 Kw.
- Capacidad calorífica nominal: 3,2 Kw.
- Caudal de aire: 480 m³/h (velocidad alta)
- Dimensiones (mm):
 - o altura: 200
 - o frente: 700
 - o profundidad: 620
- Peso: 26 Kg.
- Nivel sonoro: 29 dBA (velocidad baja)
- Suministro eléctrico: 2 x 230 V + T
- Consumo eléctrico: 150W.
- Líneas frigoríficas:
 - o Líquido: 6,4 mm.
 - o Gas: 12,7 mm.

G. Unidad interior tipo 25 (FXLQ25P)- 2 UDS

- Unidad interior de conducto para instalación en falso techo baño, con refrigerante
- R-410A con las siguientes características:
- Válvula de expansión electrónica para regulación del caudal de refrigerante con un control proporcional-integral-diferencial.
- Control de temperatura individual por microprocesador, midiendo la temperatura del aire de retorno y, opcionalmente, la del aire ambiente.
- Control de temperatura mínima de descarga de aire frío/calor.
- Bomba de drenaje de condensados.
- Capacidad frigorífica nominal: 2,8 Kw.
- Capacidad calorífica nominal: 3,2 Kw.
- Caudal de aire: 420 m³/h (velocidad alta)
- Dimensiones (mm):
 - o altura: 600
 - o frente: 1000
 - o profundidad: 232

- Peso: 27 Kg.
- Nivel sonoro: 32 dBA (velocidad baja)
- Suministro eléctrico: 2 x 230 V + T
- Consumo eléctrico: 49 W.
- Líneas frigoríficas:
 - Líquido: 6,4 mm.
 - Gas: 12,7 mm.

H. Unidad interior tipo 20 (FXLQ20P)- 1 UD.

- Unidad interior para instalación en pared, con refrigerante R-410A con las siguientes características:
- Válvula de expansión electrónica para regulación del caudal de refrigerante con un control proporcional-integral-diferencial.
- Control de temperatura individual por microprocesador, midiendo la temperatura del aire de retorno y, opcionalmente, la del aire ambiente.
- Control de temperatura mínima de descarga de aire frío/calor.
- Bomba de drenaje de condensados.
- Capacidad frigorífica nominal: 2,2 Kw.
- Capacidad calorífica nominal: 2,5 Kw.
- Caudal de aire: 420 m³/h (velocidad alta)
- Dimensiones (mm):
 - altura: 600
 - frente: 1000
 - profundidad: 232
- Peso: 27 Kg.
- Nivel sonoro: 32 dBA (velocidad baja)
- Suministro eléctrico: 2 x 230 V + T
- Consumo eléctrico: 49 W.
- Líneas frigoríficas:
 - Líquido: 6,4 mm.
 - Gas: 12,7 mm.

Anexo 3. Cálculo de las transmitancias y condensaciones

El presente anexo contiene las tablas con los resultados del cálculo de las resistencias térmicas y las condensaciones en los cerramientos.

A. Tablas de resultados

Condensaciones superficiales $fR_{si} = 1-U \cdot 0,25 \geq fR_{s\min}$ 0,91 \geq 0,610 SUPERFICIALES CUMPLE									
F-Patio interior Fachada a patio interior compuesta por un cerramiento de ladrillo cerámico perforado de 11 cm tomados con mortero 1:6 de cemento y arena, enfoscado por su cara exterior con mortero de cemento hidrófugo de 1.5 cm de espesor, cámara de 5 cm incluyendo una capa de poliuretano proyectado de 4 cm de espesor, ladrillo cerámico de hueco doble de 9 cm de espesor tomado con mortero 1:6 de cemento y arena y una capa de yeso de 1.5 cm de espesor.					Comprobación condensaciones intersticiales				
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor					Paramento vertical / Flujo horizontal <div>▼</div>				

Cálculo de la transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el aire exterior y comprobación condensaciones intersticiales CTE-HE Anejo E y G

Puentes térmicos

Puente térmico cajón persianas	Puente térmico en cajón de persianas formado por cerramiento de ladrillo caravista tomado con mortero 1:6 de cemento y arena enfoscado por su cara interior con mortero de cemento hidrófugo de 1.5 cm de espesor, plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor (0,037 W/[mK]) y caja de persiana de aluminio.					Comprobación condensaciones				
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor Paramento vertical / Flujo horizontal ▼						Intersticiales				
	e metros	lamda W/mK	R m2K/W	R m2K/W	T ^a	Psat	μ	Sdn	Pn	
Rse				0,040	10,7	1285			1015,2	
				0,000	11,1	1322			1015,2	
				0,000	11,1	1322	0	0,00	1015,2	
Medio pie de ladrillo perforado cara vista	0,115		0,180	0,180	13,1	1502	10	1,15	1015,2	
Enfoscado de mortero de cemento	0,015	1,400		0,011	13,2	1513	10	0,15	1015,2	
Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor	0,03	0,038		0,789	21,7	2587	10	0,30	1015,2	
Camara de aire	no ventilada ▼	5cm	vertical ▼	0,180	23,6	2909	1	0,18	1015,2	
Chapa de aluminio de 3mm	0,003	230		0,000	23,6	2909	1,0E+31	3,0E+28	1739,8	
				0,000	23,6	2909	10	0,00	1739,8	
				0,000	23,6	2909	4	0,00	1739,8	
Rsi				0,130	26,1	3372			1739,8	
Resistencia térmica Rt = Suma Ri			m2K/W	1,330	25,0	3163		3,0E+28	1739,8	
Transmitancia U = 1 / Rt			W/m2K	0,752						
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn					INTERSTICIALES CUMPLE					
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin					0,812	≥	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE		

Cálculo de las transmitancias y condensaciones

P u e n t e t é r m i c o p i l a r e s		Comprobación condensaciones intersticiales	
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor <div>Paramento vertical / Flujo horizontal</div>			
	<div> <div>e</div> <div>lamda</div> <div>R</div> <div>R</div> <div>T^a</div> <div>Psat</div> <div>μ</div> <div>Sdn</div> <div>Pn</div> </div> <div> <div>metros</div> <div>W/mK</div> <div>m2K/W</div> <div>m2K/W</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>		
Rse		0,040	
		0,000	
Medio pie de ladrillo perforado cara vista	0,115 0,180	0,180	
Pilar de hormigón armado	0,3 2,500	0,120	
Capa de poliuretano proyectado de 4 cm de espesor (0,04 0,023	1,739	
Camara de aire	<div>sin cámara</div> <div>sin cámara</div> <div>vertical</div>	0,000	
Tabique de ladrillo hueco doble	0,07 0,190	0,190	
Guarnecido y enlucido de yeso	0,015 0,570	0,026	
		0,000	
Rsi		0,130	
Resistencia térmica	Rt = Suma Ri	m2K/W	2,425
Transmitancia	U = 1 / Rt	W/m2K	0,412
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn		INTERSTICIALES CUMPLE	
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin		0,90	≥ 0,610
		SUPERFICIALES CUMPLE	

Cálculo de la transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el aire exterior y comprobación condensaciones intersticiales CTE-HE Anejo E y G

Cubiertas y forjados de suelo

Cubierta	Cubierta plana transitable, formada por forjado unidireccional de hormigon de 30 cm de canto, capa de aislante de XPS expandido de 6 cm de espesor ,y pavimento de gres.	Comprobación condensaciones																																																																																																																																																																
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor Cerramiento horizontal / Flujo ascentente																																																																																																																																																																		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">e metros</th> <th style="width: 10%;">lamda W/mK</th> <th style="width: 10%;">R m2K/W</th> <th style="width: 10%;">R m2K/W</th> <th style="width: 10%;">T^a</th> <th style="width: 10%;">Psat</th> <th style="width: 10%;">μ</th> <th style="width: 10%;">Sdn</th> <th style="width: 10%;">Pn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rse</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,040</td> <td>10,7</td> <td>1285</td> <td></td> <td></td> <td>1015,2</td> </tr> <tr> <td>Gres sobre capa de mortero y arena 3cm</td> <td>0,01</td> <td>2,300</td> <td></td> <td>0,004</td> <td>10,9</td> <td>1303</td> <td></td> <td></td> <td>1015,2</td> </tr> <tr> <td>Mortero de cemento y arena d=1500kp/m3</td> <td>0,03</td> <td>1,300</td> <td></td> <td>0,023</td> <td>10,9</td> <td>1305</td> <td>30</td> <td>0,30</td> <td>1023,6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0,000</td> <td></td> <td>0,000</td> <td>11,1</td> <td>1316</td> <td>10</td> <td>0,30</td> <td>1032,1</td> </tr> <tr> <td>Aislamiento térmico poliestireno extruido</td> <td>0,06</td> <td></td> <td>1,800</td> <td>1,800</td> <td>11,1</td> <td>1316</td> <td></td> <td>0,00</td> <td>1032,1</td> </tr> <tr> <td>Camara de aire</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>20,6</td> <td>2427</td> <td>100</td> <td>6,00</td> <td>1201,7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>20,6</td> <td>2427</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>1201,7</td> </tr> <tr> <td>Mortero de cemento</td> <td>0,1</td> <td>0,400</td> <td></td> <td>0,250</td> <td>22,0</td> <td>2633</td> <td>10</td> <td>1,00</td> <td>1230,0</td> </tr> <tr> <td>Forjado unidireccional</td> <td>0,3</td> <td>0,667</td> <td></td> <td>0,450</td> <td>24,3</td> <td>3042</td> <td>60</td> <td>18,00</td> <td>1738,7</td> </tr> <tr> <td>Yeso alta dureza</td> <td>0,01</td> <td>0,430</td> <td></td> <td>0,023</td> <td>24,5</td> <td>3065</td> <td>4</td> <td>0,04</td> <td>1739,8</td> </tr> <tr> <td>Rsi</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,100</td> <td>28,3</td> <td>3845</td> <td></td> <td></td> <td>1739,8</td> </tr> <tr> <td>Resistencia térmica Rt = Suma Ri</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>m2K/W 2,690</td> <td>25,0</td> <td>3163</td> <td></td> <td>26</td> <td>1739,8</td> </tr> <tr> <td>Transmitancia U = 1 / Rt</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>W/m2K 0,372</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		e metros	lamda W/mK	R m2K/W	R m2K/W	T ^a	Psat	μ	Sdn	Pn	Rse				0,040	10,7	1285			1015,2	Gres sobre capa de mortero y arena 3cm	0,01	2,300		0,004	10,9	1303			1015,2	Mortero de cemento y arena d=1500kp/m3	0,03	1,300		0,023	10,9	1305	30	0,30	1023,6		0	0,000		0,000	11,1	1316	10	0,30	1032,1	Aislamiento térmico poliestireno extruido	0,06		1,800	1,800	11,1	1316		0,00	1032,1	Camara de aire				0,000	20,6	2427	100	6,00	1201,7					0,000	20,6	2427	0	0,00	1201,7	Mortero de cemento	0,1	0,400		0,250	22,0	2633	10	1,00	1230,0	Forjado unidireccional	0,3	0,667		0,450	24,3	3042	60	18,00	1738,7	Yeso alta dureza	0,01	0,430		0,023	24,5	3065	4	0,04	1739,8	Rsi				0,100	28,3	3845			1739,8	Resistencia térmica Rt = Suma Ri				m2K/W 2,690	25,0	3163		26	1739,8	Transmitancia U = 1 / Rt				W/m2K 0,372						<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10" style="text-align: right;">Intersticiales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Intersticiales																			
	e metros	lamda W/mK	R m2K/W	R m2K/W	T ^a	Psat	μ	Sdn	Pn																																																																																																																																																									
Rse				0,040	10,7	1285			1015,2																																																																																																																																																									
Gres sobre capa de mortero y arena 3cm	0,01	2,300		0,004	10,9	1303			1015,2																																																																																																																																																									
Mortero de cemento y arena d=1500kp/m3	0,03	1,300		0,023	10,9	1305	30	0,30	1023,6																																																																																																																																																									
	0	0,000		0,000	11,1	1316	10	0,30	1032,1																																																																																																																																																									
Aislamiento térmico poliestireno extruido	0,06		1,800	1,800	11,1	1316		0,00	1032,1																																																																																																																																																									
Camara de aire				0,000	20,6	2427	100	6,00	1201,7																																																																																																																																																									
				0,000	20,6	2427	0	0,00	1201,7																																																																																																																																																									
Mortero de cemento	0,1	0,400		0,250	22,0	2633	10	1,00	1230,0																																																																																																																																																									
Forjado unidireccional	0,3	0,667		0,450	24,3	3042	60	18,00	1738,7																																																																																																																																																									
Yeso alta dureza	0,01	0,430		0,023	24,5	3065	4	0,04	1739,8																																																																																																																																																									
Rsi				0,100	28,3	3845			1739,8																																																																																																																																																									
Resistencia térmica Rt = Suma Ri				m2K/W 2,690	25,0	3163		26	1739,8																																																																																																																																																									
Transmitancia U = 1 / Rt				W/m2K 0,372																																																																																																																																																														
Intersticiales																																																																																																																																																																		
Condensaciones intersticiales $Psat \geq Pn$ Condensaciones superficiales $fR_{si} = 1-U \cdot 0,25 \geq fR_{simin}$					0,907 \geq 0,610	INTERSTICIALES CUMPLE SUPERFICIALES CUMPLE																																																																																																																																																												

Forjado suelo	Forjado de planta primera, formado por forjado unidireccional de hormigón armado de 30cm de canto, capa de mortero de cemento de 5cm y tarima flotante. Bajo el forjado, capa de poliuretano proyectado de 4cm de espesor, cámara de 60cm y falso techo de cartón-yeso lisa de 13mm.				Comprobación condensaciones intersticiales					
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor		Cerramiento horizontal / Flujo descendente ▼								
		e metros	lamda W/mK	R m2K/W	R m2K/W	T ^a	Psat	μ	Sdn	Pn
Rse					0,040	10,7	1285			1015,2
Falso techo de cartón-yeso					0,013 0,250	10,9	1299			1015,2
Camara de aire					0,160	11,1	1318	4	0,05	1015,2
no ventilada ▼ 5cm horizontal ▼					0,160	11,7	1378	1	0,05	1015,3
Aislamiento térmico poliuretano proyectado 5cm					1,563	18,3	2094	6000	300,00	1262,2
Forjado unidireccional bovedillas de hormigón					0,150	18,9	2177	80	24,00	1282,0
					0,000	18,9	2177	100000	0,00	1282,0
					0,000	18,9	2177	50	0,00	1282,0
Tarima sobre recrecido					0,100	19,3	2235	40	2,80	1284,3
					0,000	19,3	2235	4	0,00	1284,3
Rsi					0,170	22,8	2776			1284,3
Resistencia térmica	Rt = Suma Ri				m2K/W	2,235	20,0	2335		327 1284,3
Transmitancia	U = 1 / Rt				W/m2K	0,448				
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn						INTERSTICIALES CUMPLE				

Anexo 4. Fichas justificativas de la opción simplificada

A. Ficha 1: cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		B4					Baja carga interna
Muros (UMm) y (UTm)							
Tipo de elemento		Superficie A (m2)	Tránsmitancia U (W/m2K)	Transmisión A · U	Resultados por orientación		
NE	Fachadas	162	0,38	60,846	$\Sigma A =$	169,56	
	Pilares fachada	0	0,41		$\Sigma A \cdot U =$	66,52	
	Caj persiana 0,30x0,30	7,56	0,75	5,670	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,39	
SE	Fachadas	108	0,38	40,564	$\Sigma A =$	115,56	
	Pilares fachada	0	0,41		$\Sigma A \cdot U =$	46,23	
	Caj persiana 0,30x0,31	7,56	0,75	5,670	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,40	
SO	Fachadas	156	0,38	58,592	$\Sigma A =$	163,56	
	Pilares fachada				$\Sigma A \cdot U =$	58,59	
	Caj persiana 0,30x0,32	7,56		0,000	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,36	
NO	Fachadas	108	0,38	40,564	$\Sigma A =$	115,56	
	Pilares fachada				$\Sigma A \cdot U =$	40,56	
	Caj persiana 0,30x0,33	7,56		0,000	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,35	
SE					$\Sigma A =$	0,00	
					$\Sigma A \cdot U =$	0,00	
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00	
SO					$\Sigma A =$	0,00	
					$\Sigma A \cdot U =$	0,00	
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00	
C-TER		216	0,38	81,216	$\Sigma A =$	216,00	
					$\Sigma A \cdot U =$	81,22	
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,38	

Suelos (U _{sm})								
Tipo de elemento		A (m2)	U (W/m2K)		A · U		Resultados	
Forjado		216	0,45		96,666		Σ A =	216,00
							Σ A · U =	96,67
							U _{sm} = Σ A · U / Σ A =	0,45
Cubiertas y lucernarios (U _{cm}) y (U _{lm})								
Tipo de elemento		A (m2)	U (W/m2K)		A · U		Resultados	
Cubierta		216	0,37		80,284		Σ A =	216,00
							Σ A · U =	80,28
							U _{cm} = Σ A · U / Σ A =	0,37
Tipo de elemento		A (m2)	U (W/m2K)		A · U		Resultado	Tipos
							Σ A =	0,00
							Σ A · U =	0,00
							U _{lm} = Σ A · U / Σ A =	0,00
Huecos (U _{Hm}) y (U _{Fm})								
Tipos		A (m2)	U (W/m2K)		A · U		Resultados por orientación	
NE	Fachada	25	2,80		70,00		Σ A =	25,00
							Σ A · U =	70,00
							U _{Hm} = Σ A · U / Σ A =	2,80
Tipos		A (m2)	U	F	A · U	A · F (m2)	Resultados	Tipos
SE	Fachada	55	2,80	0,45	154,000	24,683	Σ A =	55,00
							Σ A · U =	154,00
							Σ A · F =	24,68
							U _{Hm} = Σ A · U / Σ A =	2,80
							F _{Hm} = Σ A · F / Σ A =	0,45
SO	Fachada	30	2,80	0,45	84,000	13,463	Σ A =	30,00
							Σ A · U =	84,00
							Σ A · F =	13,46
							U _{Hm} = Σ A · U / Σ A =	2,80
							F _{Hm} = Σ A · F / Σ A =	0,45
NO	Fachada	27,5	2,80	0,45	77,000	12,341	Σ A =	27,50
							Σ A · U =	77,00
							Σ A · F =	12,34
							U _{Hm} = Σ A · U / Σ A =	2,80
							F _{Hm} = Σ A · F / Σ A =	0,45

B. Conformidad de la demanda energética

FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética														
ZONA CLIMÁTICA				B4		Baja carga interna								
Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica						U max(proyecto) (1)		B	U max(2)					
Muros de fábrica Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno Particiones interiores en contacto con suelos no habitales Suelos Cubiertas Vidrios de huecos y lucernarios Marcos de huecos y lucernarios Medianerías						0,75	≤	}	1,07					
						0,00	≤							
						0,00	≤							
						0,45	≤		0,68					
						0,37	≤		0,59					
						2,80	≤	}	5,70					
						0,00	≤							
						0,83	≤			1,07				
Particiones interiores (edificios de viviendas) (3)						0,58	≤	1,20						
MUROS DE FACHADA				CERRAMIENTOS Y LUCERNARIOS										
UMm(4)			Umlim (5)	UHm(4)		UHlim (5)	FHm(4)		FHlim (5)					
N	0,39	≤	}	0,82	2,80	≤	}	5,40						
E	0,40	≤			2,80	≤			}	5,70	0,45	NO	}	0,00
O	0,36	≤			2,80	≤					0,45	NO		
S	0,35	≤			2,80	≤	0,45	NO			0,00	≤		
SE	0,00	≤			0,00	≤	0,00	≤						
SO	0,00	≤			0,00	≤	0,00	≤						
CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		Cubiertas		Lucernarios								
UTm(4)		Umlim (5)	Usm (4)	Umlim (5)	Ucm(4)	Umlim (5)	FLm(4)	Fllim(5)						
0,38	≤	0,82	0,45	≤	0,52	0,37	≤	0,45	0,00	≤	0,30			
(1) Umax(proyecto) corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.														
(2) Umax corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.														
(3) En edificios de viviendas, Umax(proyecto)														

C. FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$fR_{si} \geq fR_{smin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
F-Calle PPAL	fR_{si}	0,91	$P_{sat,n}$	1304	1376	1381	1456	2629	2986	3034
	fR_{smin}	0,61	P_n	1015	1287	1322	1324	1513	1726	1740
F-Patio interior	fR_{si}	0,91	$P_{sat,n}$	1299	1406	1409	1455	2090	2263	2275
	fR_{smin}	0,61	P_n	1015	1113	1127	1127	1199	1279	1284
Puente térmico cajón persianas	fR_{si}	0,81	$P_{sat,n}$	1322	1502	1513	2587	2909	2909	
	fR_{smin}	0,61	P_n	1015	1015	1015	1015	1015	1740	
Puente térmico pilares	fR_{si}	0,90	$P_{sat,n}$	1359	1401	2150	2150	2250	2264	2264
	fR_{smin}	0,61	P_n	1015	1131	1254	1254	1281	1284	1284
Cubierta	fR_{si}	0,91	$P_{sat,n}$	1305	1316	1316	2427	2633	3042	3065
	fR_{smin}	0,61	P_n	1024	1032	1032	1202	1230	1739	1740
Forjado suelo	fR_{si}	0,89	$P_{sat,n}$	1318	1378	2094	2177	2177	2177	2235
	fR_{smin}	0,61	P_n	1015	1015	1262	1282	1282	1282	1284
	fR_{si}		$P_{sat,n}$							
	fR_{smin}	...	P_n							
	fR_{si}		$P_{sat,n}$							
	fR_{smin}	...	P_n							

Anexo 5. Cálculo de cargas térmicas

A. Invierno

Planta Sótano. Plancha				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	11,65	0,45	8,00	41,75
Techo	11,65	0,45	8,00	41,75
Ventana	2,50	2,80	19,00	133,00
Muro exterior	4,50	0,38	19,00	32,15
Espacio no habitable	11,20	0,58	19,00	122,36
				371,02
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	5,00	18,00	19,00	116,28

Planta Sótano. Salón de juegos				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	24,90	0,45	8,00	89,24
Techo	24,90	0,45	8,00	89,24
Ventana	8,75	2,80	19,00	465,50
Muro exterior	6,65	0,38	19,00	47,51
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	34,50	124,20	19,00	802,33

Planta Sótano. Bodega - Gimnasio				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coefficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	60,20	0,45	8,00	215,76
Techo	60,20	0,45	8,00	215,76
Ventana	23,75	2,80	19,00	1263,50
Muro exterior	40,65	0,38	19,00	290,40
Muro Patio	8,40	0,38	19,00	60,01
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	34,50	124,20	19,00	802,33

Planta Sótano. Dormitorio 2				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coefficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	13,80	0,45	8,00	49,46
Techo	13,80	0,45	8,00	49,46
Ventana	3,75	2,80	19,00	199,50
Muro exterior	7,45	0,38	19,00	53,22
Muro Patio	14,84	0,38	19,00	106,02
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Sótano. Dormitorio 1				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coefficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	14,40	0,45	8,00	51,61
Techo	14,40	0,45	8,00	51,61
Ventana	0,75	2,80	19,00	39,90
Muro exterior	27,25	0,38	19,00	194,67
Espacio no habitable	13,72	0,58	19,00	149,89
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Sótano. Baño Dormitorio 2				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coefficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	4,45	0,45	8,00	15,95
Techo	4,45	0,45	8,00	15,95
Ventana	0,50	2,80	19,00	26,60
Muro exterior	6,50	0,38	19,00	46,44
Espacio no habitable	4,20	0,58	19,00	45,89
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	2,25	8,10	19,00	52,33

Planta Sótano. Aseo Dormitorio 1				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coefficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	3,15	0,45	8,00	11,29
Techo	3,15	0,45	8,00	11,29
Muro exterior	4,20	0,38	19,00	30,00
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	2,25	8,10	19,00	52,33

Planta Sótano. Pasillo				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coefficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	11,70	0,45	8,00	41,93
Techo	11,70	0,45	8,00	41,93
Muro exterior	4,20	0,38	19,00	30,00
Espacio no habitable	42,00	0,58	19,00	458,85
Muro patio	8,40	0,38	19,00	60,01
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Baja. Distribuidor - escalera				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	37,70	0,45	8,00	135,12
Techo	37,70	0,45	8,00	135,12
Ventana	18,90	2,80	19,00	1005,48
Muro exterior	41,10	0,38	19,00	293,62
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	26,39	95,00	19,00	613,73

Planta Baja. Salón				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	60,65	0,45	8,00	217,37
Techo	60,65	0,45	8,00	217,37
Ventana	31,59	2,80	19,00	1680,59
Muro exterior	40,41	0,38	19,00	288,69
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	34,50	124,20	19,00	802,33

Planta Baja. Comedor				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	16,00	0,45	8,00	57,34
Techo	16,00	0,45	8,00	57,34
Ventana	11,61	2,80	19,00	617,65
Muro exterior	4,89	0,38	19,00	34,93
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	34,50	124,20	19,00	802,33

Planta Baja. Cocina - despensa				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	31,20	0,45	8,00	111,82
Techo	31,20	0,45	8,00	111,82
Ventana	13,20	2,80	19,00	702,24
Muro exterior	30,30	0,38	19,00	216,46
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	16,86	60,70	19,00	392,10

Planta Sótano. Aseo 1				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m²	Coefficiente de transmisión U W/m²K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	2,60	0,45	8,00	9,32
Techo	2,60	0,45	8,00	9,32
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m³/h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	2,25	8,10	19,00	52,33

Planta Alta. Dormitorio 3				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m²	Coefficiente de transmisión U W/m²K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	18,50	0,45	8,00	66,30
cubierta	18,50	0,37	19,00	130,76
Ventana	8,58	2,80	19,00	456,19
Muro exterior	25,93	0,38	19,00	185,21
Espacio no habitable	6,00	0,58	19,00	65,55
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m³/h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Alta. Baño 1				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	6,45	0,45	8,00	23,12
Cubierta	6,45	0,37	19,00	45,59
Ventana	1,50	2,80	19,00	79,80
Muro exterior	16,50	0,38	19,00	117,88
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m3/h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	2,25	8,10	19,00	52,33

Planta Alta. Dormitorio 4				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	13,25	0,45	8,00	47,49
Cubierta	13,25	0,37	19,00	93,65
Ventana	7,50	2,80	19,00	399,00
Muro exterior	16,50	0,38	19,00	117,88
Muro patio	15,00	0,38	19,00	107,16
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m3/h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Alta. Baño 2				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	3,85	0,45	8,00	13,80
Cubierta	3,85	0,37	19,00	27,21
Ventana	1,00	2,80	19,00	53,20
Muro exterior	14,00	0,38	19,00	100,02
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	2,25	8,10	19,00	52,33

Planta Alta. Pasillo - Baño				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	7,50	0,45	8,00	26,88
Cubierta	7,50	0,37	19,00	53,01
Muro exterior	9,00	0,38	19,00	64,30
Muro patio	9,00	0,38	19,00	64,30
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Alta. Pasillo 1				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	12,80	0,45	8,00	45,88
Cubierta	12,80	0,37	19,00	90,47
Ventana	10,00	2,80	19,00	532,00
Espacio no habitable	21,00	0,58	19,00	229,43
Muro patio	15,00	0,38	19,00	107,16
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Alta. Baño 3				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	12,80	0,45	8,00	45,88
Cubierta	12,80	0,37	19,00	90,47
Ventana	4,55	2,80	19,00	242,06
Muro exterior	20,95	0,38	19,00	149,67
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	2,25	8,10	19,00	52,33

Planta Alta. Dormitorio 5 - Pasillo 2				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	22,60	0,45	8,00	81,00
Cubierta	22,60	0,37	19,00	159,74
Ventana	14,00	2,80	19,00	744,80
Muro exterior	23,50	0,38	19,00	167,88
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m3/h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	11,50	41,40	19,00	267,44

Planta Alta. Vestidor				
Pérdidas por transmisión de calor através de los cerramientos				
Cerramiento	Superficie m ²	Coeficiente de transmisión U W/m ² K	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Suelo	11,90	0,45	8,00	42,65
Cubierta	11,90	0,37	19,00	84,11
Ventana	0,00	2,80	19,00	0,00
Muro exterior	22,50	0,38	19,00	160,74
Pérdidas por ventilación e infiltración				
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m3/h)	Diferencia de temperatura °C	Potencia (W)
Ventilación	9,92	35,71	19,00	230,70

B. Verano

Planta baja. Salón				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	18,00 m2	6,70	0,376	45,35 W
SE	11,70 m2	10,60	0,376	46,63 W
SO	18,00 m2	6,70	0,376	45,35 W
NO	7,50 m2	2,80	0,376	7,90 W
Techo	60,65 m2	8,00	0,448	217,37 W
Suelo	60,65 m2	8,00	0,448	217,37 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SE	24,30 m2	40,25	978,08 W	
NO	7,50 m2	205,85	1.543,88 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SE	24,30	16,00	2,80	1.088,64 W
NO	7,50	16,00	2,80	336,00 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	7	70,76 W/persona		495,32 W
Fuerza				150,00 W
Ventilación	90,00 m3/h	5,39 W/(m3/h)		485,34 W
Alumbrado	10,00 W/m2	60,65 m2		606,50 W
Latente				Potencia (W)
Personas	7	60,32 W/persona		422,24 W
Ventilación	90,00 m3/h	9,30 W/(m3/h)		837,00 W
		Total calor Sensible		6.890,08 W
		Total calor latente		1.385,16 W
				8.275,25 W

Planta baja. Cocina				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
-	18,00 m ²	0,00	0,830	0,00 W
-	15,00 m ²	0,00	0,830	0,00 W
SO	10,50 m ²	6,70	0,376	26,45 W
NO	10,50 m ²	2,80	0,376	11,05 W
Techo	31,20 m ²	8,00	0,448	111,82 W
Suelo	31,20 m ²	8,00	0,448	111,82 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SO	7,50 m ²	389,85	2.923,88 W	
NO	3,00 m ²	205,85	617,55 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SO	7,50	16,00	2,80	336,00 W
NO	3,00	16,00	2,80	134,40 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	4	70,76 W/persona		283,04 W
Fuerza				0,00 W
Ventilación	60,70 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		327,34 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	31,20 m ²		312,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	4	60,32 W/persona		241,28 W
Ventilación	60,70 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		564,51 W
		Total calor Sensible		5.714,89 W
		Total calor latente		886,37 W
				6.601,25 W

Planta baja. Comedor				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	4,20 m ²	6,70	0,376	10,58 W
-	12,00 m ²	0,00	0,376	0,00 W
SO	15,00 m ²	6,70	0,376	37,79 W
-	12,00 m ²	0,00	0,376	0,00 W
Techo	16,00 m ²	8,00	0,448	57,34 W
Suelo	16,00 m ²	8,00	0,448	57,34 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
NE	10,80 m ²	40,25	434,70 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	10,80	16,00	2,80	483,84 W
-	0,00	16,00	2,80	0,00 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	10	70,76 W/persona		707,60 W
Fuerza				0,00 W
Ventilación	34,00 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		183,35 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	16,00 m ²		160,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	10	60,32 W/persona		603,20 W
Ventilación	34,00 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		316,20 W
		Total calor Sensible		2.345,80 W
		Total calor latente		1.011,34 W
				3.357,14 W

Planta baja. Vestíbulo				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	19,50 m ²	6,70	0,376	49,12 W
-	18,00 m ²	0,00	0,830	0,00 W
-	19,50 m ²	0,00	0,830	0,00 W
NO	18,00 m ²	2,80	0,376	18,95 W
Techo	37,40 m ²	8,00	0,448	134,04 W
Suelo	37,40 m ²	8,00	0,448	134,04 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SE	2,70 m ²	40,25	108,68 W	
SO	8,10 m ²	389,85	3.157,79 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SE	2,70	16,00	2,80	120,96 W
SO	8,10	16,00	2,80	362,88 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	4	70,76 W/persona		283,04 W
Fuerza				100,00 W
Ventilación	80,00 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		431,42 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	37,40 m ²		374,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	4	60,32 W/persona		241,28 W
Ventilación	80,00 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		744,00 W
		Total calor Sensible		5.802,41 W
		Total calor latente		1.083,81 W
				6.886,21 W

Planta sótano. Bodega				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	6,15 m ²	6,70	0,376	15,49 W
-	14,00 m ²	0,00	0,575	0,00 W
-	15,40 m ²	0,00	0,830	0,00 W
-	14,00 m ²	0,00	0,376	0,00 W
Techo	44,80 m ²	8,00	0,448	160,56 W
Suelo	44,80 m ²	8,00	0,448	160,56 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
NE	9,25 m ²	40,25	372,31 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	9,25	16	2,8	414,4
-	0	16	2,8	0
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	5	70,76 W/persona		353,80 W
Fuerza				500,00 W
Ventilación	80,00 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		431,42 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	44,80 m ²		448,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	5	60,32 W/persona		301,60 W
Ventilación	80,00 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		744,00 W
		Total calor Sensible		3.142,20 W
		Total calor latente		1.150,16 W
				4.292,36 W

Planta sótano. Dormitorio 1				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
-	15,40 m ²	0,00	0,830	0,00 W
-	11,20 m ²	0,00	0,830	0,00 W
SO	15,40 m ²	6,70	0,376	38,80 W
NO	10,30 m ²	2,80	0,376	10,84 W
Techo	14,40 m ²	8,00	0,448	51,61 W
Suelo	14,40 m ²	8,00	0,448	51,61 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SE	0,90 m ²	205,85	185,27 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SE	0,90	16,00	2,80	40,32 W
-	0,00	16,00	2,80	0,00 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				150,00 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		223,26 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	14,40 m ²		144,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		385,02 W
		Total calor Sensible		1.140,94 W
		Total calor latente		556,23 W
				1.697,17 W

Planta sótano. Dormitorio 2				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
-	11,20 m ²	0,00	0,376	0,00 W
-	11,20 m ²	0,00	0,830	0,00 W
SO	7,70 m ²	6,70	0,376	19,40 W
NO	11,20 m ²	2,80	0,830	26,03 W
Techo	13,80 m ²	8,00	0,448	49,46 W
Suelo	13,80 m ²	8,00	0,448	49,46 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
NO	3,50 m ²	389,85	1.364,48 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NO	3,5	16	2,8	156,8
-	0	16	2,8	0
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				0,00 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		223,26 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	13,80 m ²		138,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		385,02 W
		Total calor Sensible		2.385,24 W
		Total calor latente		556,23 W
				2.941,46 W

Planta alta. Dormitorio 3				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	16,50 m ²	6,70	0,376	41,57 W
-	12,60 m ²	0,00	0,575	0,00 W
-	16,50 m ²	0,00	0,830	0,00 W
NO	9,60 m ²	2,80	0,376	10,11 W
Techo	18,50 m ²	16,00	0,448	132,61 W
Suelo	18,50 m ²	8,00	0,448	66,30 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
NE	6,13 m ²	40,25	246,73 W	
NO	3,00 m ²	205,85	617,55 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	6,13	16,00	2,80	274,62 W
NO	3,00	16,00	2,80	134,40 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				100,00 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		223,26 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	18,50 m ²		185,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		385,02 W
		Total calor Sensible		2.391,04 W
		Total calor latente		556,23 W
				2.947,26 W

Planta alta. Dormitorio 4				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	18,00 m ²	6,70	0,376	45,35 W
SE	3,00 m ²	10,60	0,376	11,96 W
SO	18,00 m ²	6,70	0,376	45,35 W
NO	15,00 m ²	2,80	0,376	15,79 W
Techo	20,75 m ²	16,00	0,448	148,74 W
Suelo	20,75 m ²	8,00	0,448	74,37 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SE	7,50 m ²	40,25	301,88 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SE	7,50	16,00	2,80	336,00 W
-	0,00	16,00	2,80	0,00 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				100,00 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		223,26 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	20,75 m ²		207,50 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		385,02 W
		Total calor Sensible		1.816,87 W
		Total calor latente		556,23 W
				2.373,09 W

Planta alta. Dormitorio 5 y vestidor				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
-	18,00 m ²	0,00	0,830	0,00 W
SE	14,50 m ²	10,60	0,376	57,79 W
SO	30,00 m ²	6,70	0,376	75,58 W
NO	12,00 m ²	2,80	0,376	12,63 W
Techo	30,00 m ²	16,00	0,448	215,04 W
Suelo	30,00 m ²	8,00	0,448	107,52 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SE	14,00 m ²	40,25	563,50 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SE	14,00	16,00	2,80	627,20 W
-	0,00	16,00	2,80	0,00 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				100,00 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		223,26 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	30,00 m ²		300,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	41,40 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		385,02 W
		Total calor Sensible		2.666,44 W
		Total calor latente		556,23 W
				3.222,67 W

Planta sótano. Gimnasio				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
-	15,40 m ²	0,00	0,376	0,00 W
-	9,80 m ²	0,00	0,830	0,00 W
SO	5,40 m ²	6,70	0,830	30,03 W
-	9,80 m ²	0,00	0,830	0,00 W
Techo	15,40 m ²	8,00	0,448	55,19 W
Suelo	15,40 m ²	8,00	0,448	55,19 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SO	10,00 m ²	172,5	1.725,00 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SO	10	16	2,8	448
-	0	16	2,8	0
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				250,00 W
Ventilación	40,00 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		215,71 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	15,40 m ²		154,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	40,00 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		372,00 W
		Total calor Sensible		3.382,11 W
		Total calor latente		541,90 W
				3.924,01 W

Planta alta. Pasillo				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
-	21,00 m ²	0,00	0,575	0,00 W
-	9,00 m ²	0,00	0,830	0,00 W
SO	8,85 m ²	6,70	0,376	22,29 W
-	9,00 m ²	0,00	0,830	0,00 W
Techo	12,80 m ²	16,00	0,448	91,75 W
Suelo	12,80 m ²	8,00	0,448	45,88 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
SO	12,15 m ²	172,5	2.095,88 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
SO	12,15	16,00	2,80	544,32 W
-	0,00	16,00	2,80	0,00 W
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				0,00 W
Ventilación	15,00 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		80,89 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	12,80 m ²		128,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	15,00 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		139,50 W
		Total calor Sensible		3.465,58 W
		Total calor latente		286,15 W
				3.751,73 W

Planta sótano. Cuarto de la plancha				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	4,50 m ²	6,70	0,38	11,34 W
-	11,20 m ²	0,00	0,83	0,00 W
-	7,00 m ²	0,00	0,83	0,00 W
-	11,20 m ²	0,00	0,83	0,00 W
Techo	11,65 m ²	8,00	0,45	41,75 W
Suelo	11,65 m ²	8,00	0,45	41,75 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
NE	2,50 m ²	40,25	100,63 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	2,5	16	2,8	112
-	0	16	2,8	0
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	2	70,76 W/persona		141,52 W
Fuerza				800,00 W
Ventilación	18,00 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		97,07 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	11,65 m ²		116,50 W
Latente				Potencia (W)
Personas	2	60,32 W/persona		120,64 W
Ventilación	18,00 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		167,40 W
		Total calor Sensible		1.608,81 W
		Total calor latente		316,84 W
				1.925,66 W

Planta sótano. Sala de juegos				
Ganancia solar y transmisión paredes y techo				
Orientación	Superficie	DTE	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	6,15 m ²	6,70	0,38	15,49 W
-	14,00 m ²	0,00	0,83	0,00 W
-	15,40 m ²	0,00	0,83	0,00 W
-	14,00 m ²	0,00	0,83	0,00 W
Techo	24,90 m ²	8,00	0,45	89,24 W
Suelo	24,90 m ²	8,00	0,45	89,24 W
Ganancia solar cristal				
Orientación	Superficie	Rad. Solar (W)	Potencia (W)	
NE	9,25 m ²	40,25	372,31 W	
-	0,00 m ²	0	0,00 W	
Ganancia transmisión excepto muros y cubierta				
Orientación	Superficie	ΔT (°C)	U (W/(m ² ·°C))	Potencia (W)
NE	9,25	16	2,8	414,4
-	0	16	2,8	0
Calor interior y ventilación				
Sensible				Potencia (W)
Personas	3	70,76 W/persona		212,28 W
Fuerza				800,00 W
Ventilación	124,20 m ³ /h	5,39 W/(m ³ /h)		669,77 W
Alumbrado	10,00 W/m ²	24,90 m ²		249,00 W
Latente				Potencia (W)
Personas	3	60,32 W/persona		180,96 W
Ventilación	124,20 m ³ /h	9,30 W/(m ³ /h)		1.155,06 W
		Total calor Sensible		3.202,92 W
		Total calor latente		1.469,62 W
				4.672,54 W

Anexo 6. Sistema hidráulico

A. Cálculo depósitos de expansión

Los depósitos de expansión que se han considerado en este proyecto son todos del tipo cerrado.

El cálculo de los depósitos de expansión se hace siguiendo el procedimiento descrito en la norma UNE 100155:2004. Primero se calcula el coeficiente de expansión del fluido C_e , a continuación se calcula el coeficiente de presión C_p y, por último, el volumen del depósito de expansión V_t .

$$C_e = (-1,75 + 0,064 \cdot t + 0,0036 \cdot t^2) \cdot 10^{-3}$$

Siendo:

t La temperatura en °C.

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

P_M Presión máxima del vaso.

P_m Presión mínima en el vaso.

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

	P_M (bar)	P_m (bar)	Volumen inst. (l)	Temperatura (°C)	C_e	C_p	V_t
Primario solar	3,21	1,18	21,12	70,00	0,04	1,58	1,18
Primario Calefacción	3,65	0,3	100	70	0,02	1,09	2,22
ACS	3,65	0,3	450	65	0,02	1,09	8,64

B. Suelo radiante

i. Dimensionamiento de los circuitos de suelo radiante

El dimensionamiento de los circuitos de suelo radiante se ha llevado mediante un programa informático comercial. El programa necesita los datos geométricos de cada local y la carga térmica calculada. Con estos y las ecuaciones que emplea obtiene una solución equilibrada al programa. Manualmente estos cálculos también se pueden hacer pero la precisión de la solución no sería suficientemente buena y podría haber salas sobredimensionadas.

Las relaciones empleadas en el cálculo consideran que para el hombre medio la sensación de calor depende de la temperatura media de las paredes t_p y del aire t_a , a la altura del centro del cuerpo; lo cual quiere decir se puede conseguir una temperatura de bienestar incluso por debajo de 18°C. Esto es:

$$t_{sr} = \frac{t_p + t_a}{2}$$

Relacionándolo con la ecuación de transferencia de calor:

$$\frac{\dot{Q}}{A} = h_c \cdot (T - t_a) + h_r(T - t_p)$$

$$\frac{\dot{Q}}{A} = (h_c + h_r) \cdot (T - t_{sr})$$

h_c coeficiente de convección.

h_r coeficiente de radiación.

Como el suelo radiante está formado por una superficie calentada de manera desigual por los tubos con el fluido caliente que discurren por su interior hay que tener en cuenta las magnitudes siguientes que caracterizan la superficie. Esta son el diámetro de los tubos, la distancia entre ellos, la temperatura media del fluido y el espesor del suelo. Además de la temperatura máxima de la superficie del suelo sobre un tubo, T_M ; la temperatura supuesta uniforme del suelo, T y la temperatura media del suelo, T_m .

$$T_m = T \cdot [1 - d \cdot (1,8 - d)]$$

$$T_M = T \cdot [1 - 0,55 \cdot d \cdot (1,8 - d)]$$

Si consideramos un panel calentado uniformemente, en régimen estacionario, con un flujo de calor exclusivo hacia el interior del espacio a climatizar, por el que circula un fluido a una temperatura, t_L tenemos que:

$$\dot{q}_0 = \frac{\lambda}{e + e'} \cdot (t_L - t_{sr})$$

Donde:

e Es el espesor del recubrimiento equivalente de hormigón con la misma resistencia térmica.

e' Es el espesor del recubrimiento equivalente de hormigón con la misma resistencia superficial.

λ Es la conductividad del hormigón.

El suelo radiante no está calentado uniformemente por tubos en contacto unos con otros ni tampoco se evitan las pérdidas por la cara inferior por lo que se aplica el factor μ .

$$\mu = \left[1 - 0,035 \cdot \left(\frac{D}{e + e'} \right)^{1/3} \cdot \frac{d}{D} \cdot \left(1,8 - 0,02 \cdot \frac{d}{D} \right) \cdot \left(1 + 0,18 \cdot \frac{e + e'}{e_1 + e'_1} \right) \right]$$

Donde

D Es el diámetro de los tubos que portan el fluido caliente.

e_1 Es el espesor del recubrimiento equivalente de hormigón inferior con la misma resistencia térmica superficial.

e_1 Es el espesor del recubrimiento equivalente de hormigón inferior con la misma resistencia térmica.

La potencia térmica que se transfiere al local desde el suelo radiante, $\dot{q} \left[\frac{W}{m^2} \right]$, es:

$$\dot{q}_0 \cdot \mu = \dot{q}$$

ii. Tabla resumen circuitos suelo radiante

Planta Baja	q W/m2	Caudal l/h	Nº de circuitos	Paso entre tubos cm
Distribuidor - escalera	53	106,9	2	30
Salón	72	83,1	5	15
Comedor	72	54,8	2	15
Cocina - despensa	60	72,8	2	30
Aseo 1	67	18,6	1	20

Planta Alta	q W/m2	Caudal l/h	Nº de circuitos	Paso entre tubos cm
Dormitorio 3	80	70,4	2	20
Baño 1	69	27,4	1	20
Dormitorio 4	87	49,5	2	15
Baño 2	67	59,0	1	30
Pasillo - Baño	67	60,0	1	30
Pasillo 1	57	52,0	1	30
Baño 3	70	61,8	1	20
Dormitorio 5 - Pasillo 2	85	110,4	2	20
Vestidor	54	39,3	1	30

Tabla 17: resumen circuitos suelo radiante

iii. Intercambiador de calor

El circuito de agua para el suelo radiante consta de un intercambiador de calor.

La potencia de la planta baja y de la planta alta es de 20.312 W y el salto de temperatura es de 10 °C para el suelo radiante.

$$\dot{m} = \frac{P}{C_p \cdot \Delta T}$$

P es la potencia de cálculo.

C_p es el calor específico del agua.

ΔT salto térmico en el circuito de suelo radiante.

$$\dot{m} = \frac{20.312}{4180 \cdot 10} = 0,49 \text{ kg/s}$$

A partir del caudal de agua y del salto térmico (13°C, que incluye las pérdidas térmicas en los circuitos) en el intercambiador del circuito secundario:

$$P = \Delta T \cdot C_p \cdot \dot{m} = 13 \cdot 4180 \cdot 0,49 = 26.627 \text{ W}$$

Caudal del circuito primario (considerando un salto térmico de 20 °C):

$$\dot{m} = \frac{13.042}{4180 \cdot 20} = 0,32 \text{ kg/s}$$

iv. Bombas

Circuito secundario del suelo radiante

Del cálculo de los circuitos de suelo radiante conocemos la pérdida de carga del circuito más desfavorable y el caudal total que conocemos, con estos datos seleccionamos una bomba para dicho circuito que se situará en el cuarto de instalaciones de la planta sótano.

Tomamos como más desfavorable el circuito del baño 3 en la planta primera.

Hay 14 metros desde el colector hasta la entrada al baño y 87 metros dentro del baño. En total tenemos una longitud de 101 metros con una pérdida de carga de 303 mm. c. a. a razón de 3 mm. c. a./m. El caudal será de $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$ según lo calculado anteriormente. El motivo por el que la pérdida de carga es tan baja es porque la velocidad del agua dentro del circuito es baja y no se considera el desnivel desde la planta sótano hasta la planta primera porque es un circuito cerrado.

La bomba seleccionada deberá tener una potencia que satisfaga tanto el caudal como la pérdida de carga calculada.

C. Radiadores

El cálculo del número de elementos de cada radiador se obtiene dividiendo la potencia total de cálculo entre la potencia de cada elemento.

	Carga térmica (W)	Potencia/elemento (W)	Número de elementos	Número de radiadores	Elementos/radiador	Número de elementos instalados	Potencia instalada (W)
Plancha	697,00	115,2	7	1	1x7	7	806,40
Salón de juegos	1.942,02	115,2	17	2	2x9	18	2.073,60
Bodega - Gimnasio	3.931,36	115,2	35	6	4x7+2x5	38	4.377,60
Dormitorio 2	973,50	115,2	9	1	1x9	9	1.036,80
Dormitorio 1	1.014,33	115,2	9	1	1x9	9	1.036,80
Baño dormitorio 2	284,14	115,2	3	1	1x3	3	345,60
Aseo dormitorio 1	162,51	115,2	2	1	1x2	2	230,40
Pasillo	591,91	115,2	6	1	1x6	6	691,20

Anexo 7. Cálculo de la energía solar para la producción de ACS

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Temps. medias horas de sol	12,2	13,9	16,7	18,3	22,2	27,5	29,5	29,6	26,4	22	16,3	13,1	
Temperaturas del agua de red	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	
Energía necesaria ACS [KWh]	393,63	348,7	370,92	344,3	348,21	329,65	333,07	340,64	336,98	355,87	358,96	393,63	4254,56
Energía solar disponible [KWh]	165,71	207,38	290,01	338,13	348,21	329,65	333,07	340,64	336,98	291,67	199,12	146,9	3327,47
Cobertura solar [%]	42,10%	59,47%	78,19%	98,21%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	81,96%	55,47%	37,32%	78,21%

A. Cálculo circuito primario ACS

Los paneles solares funcionan con un caudal de 90 l/h. Por tanto es necesario instalar una bomba con un caudal de $200 \frac{l}{h} = 0,2 \frac{m^3}{h}$.

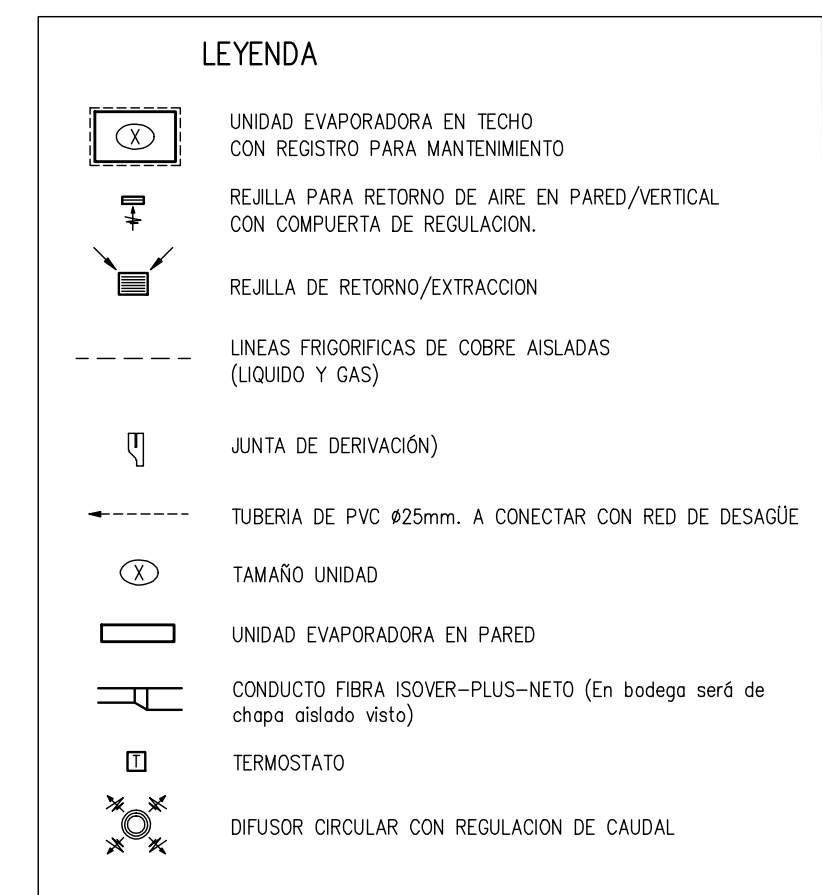
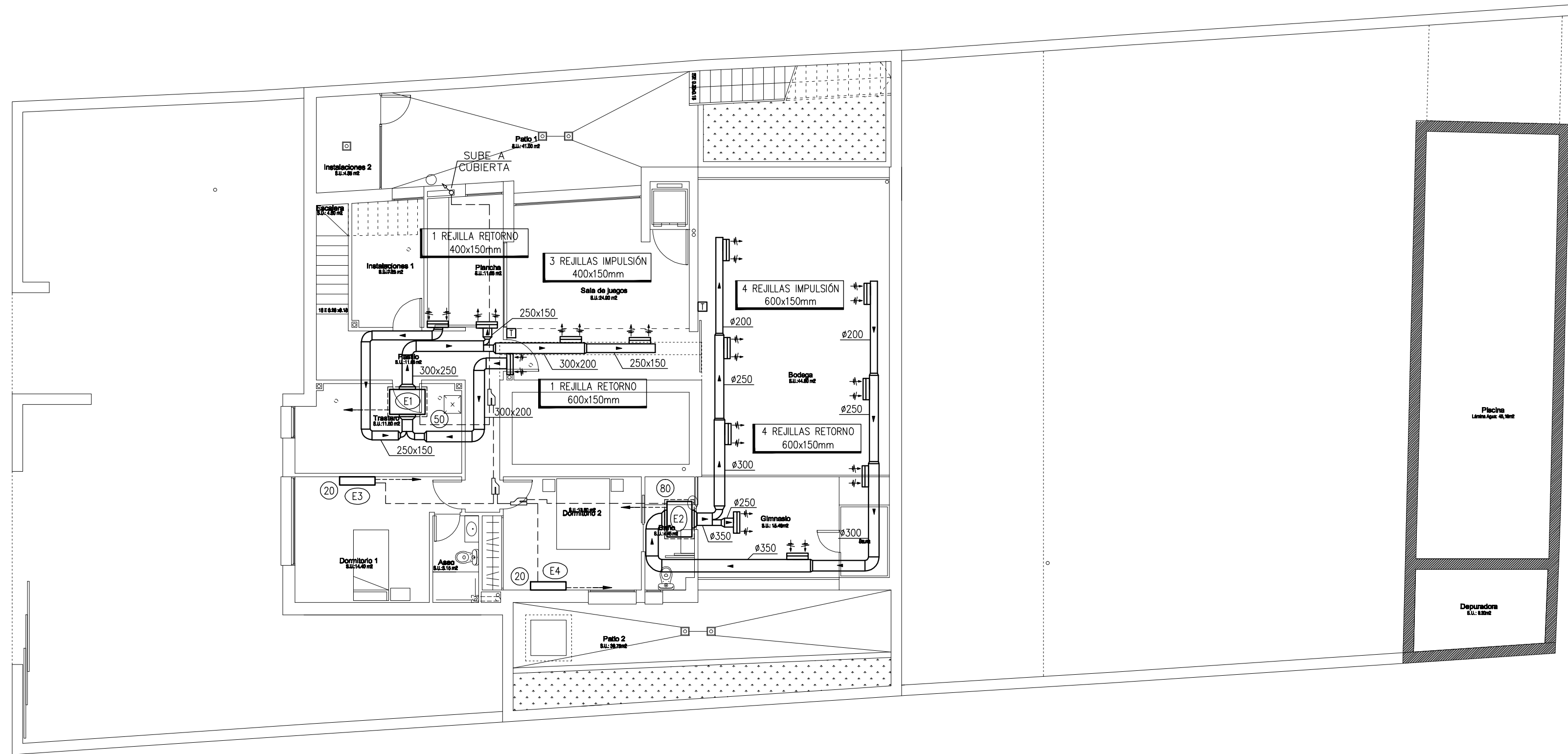
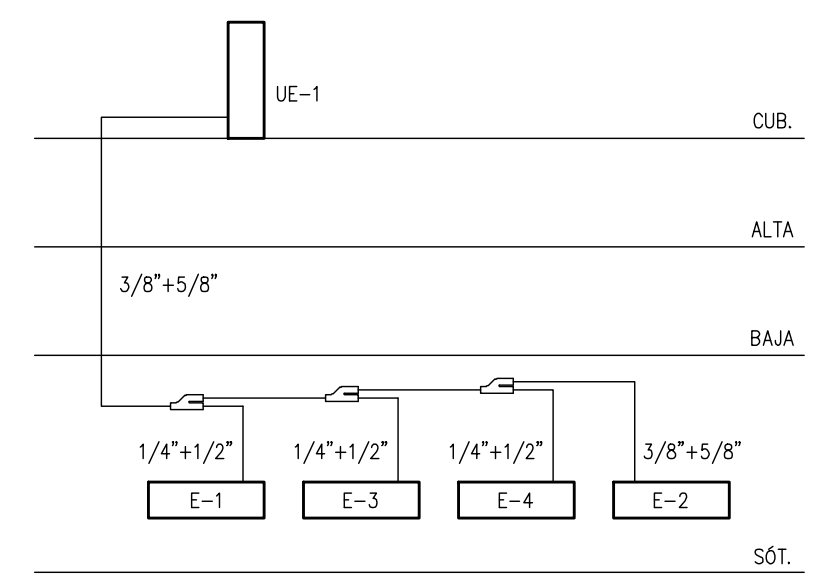
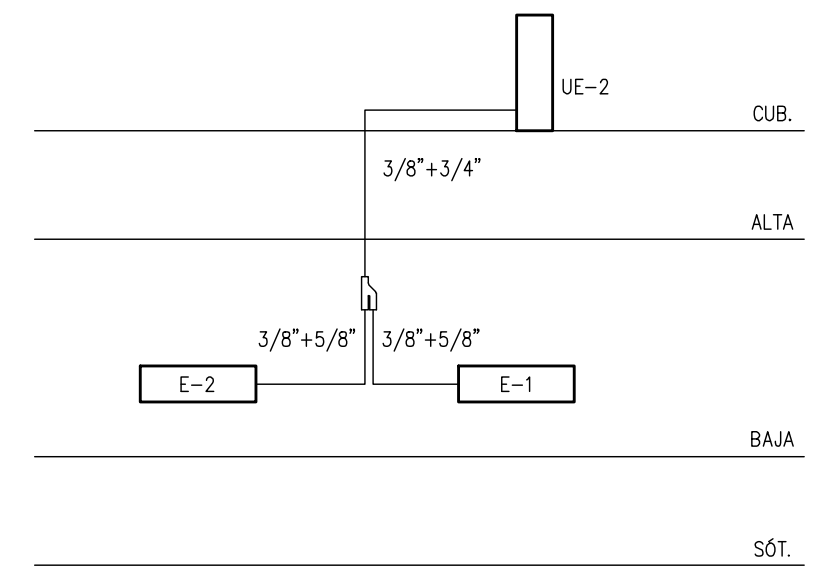
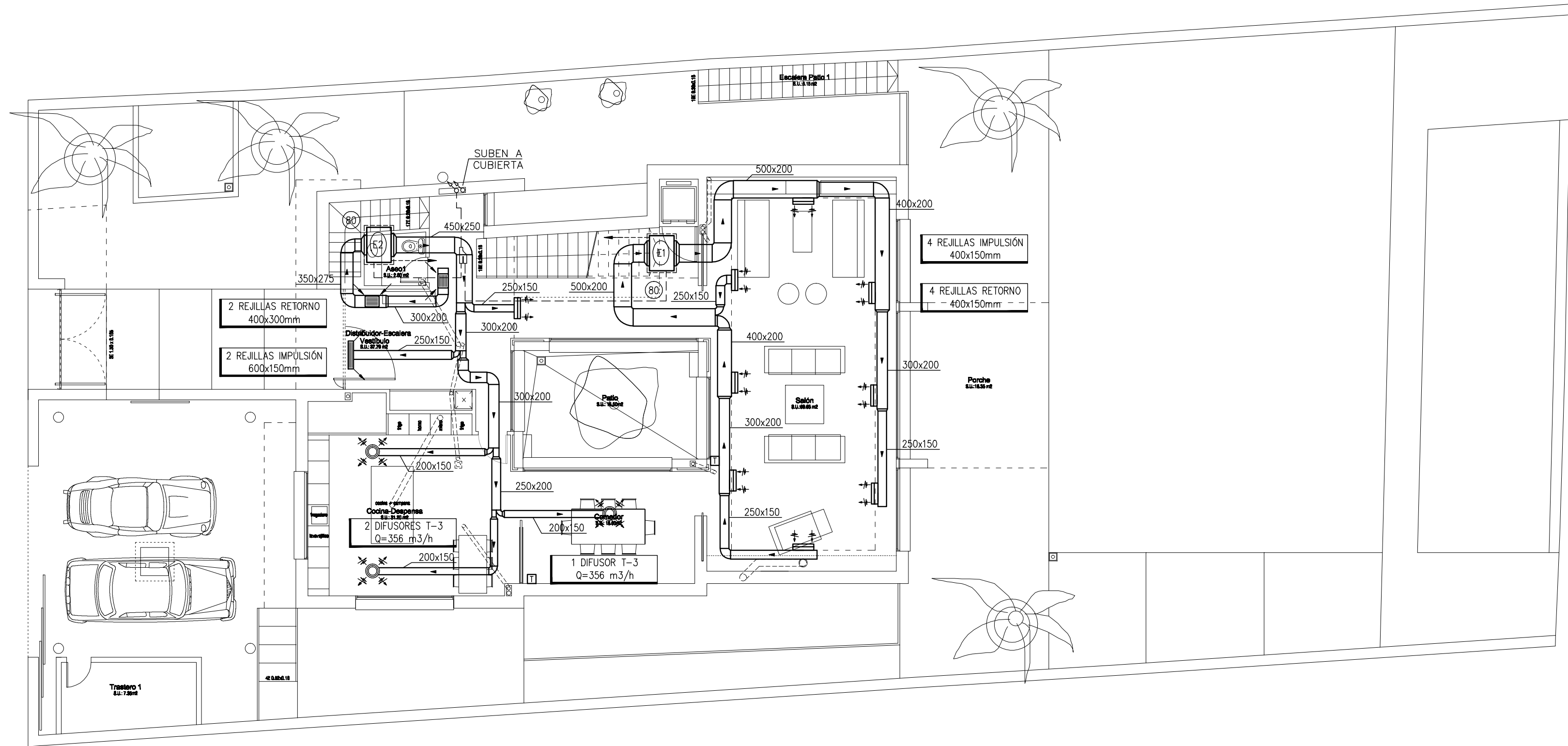
La pérdida de carga será de:

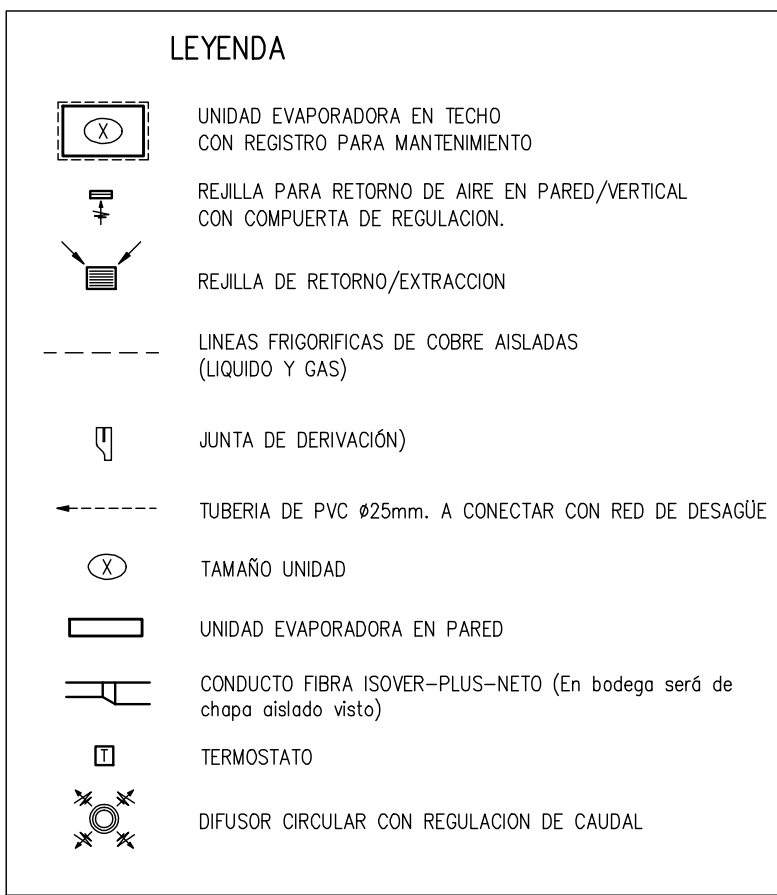
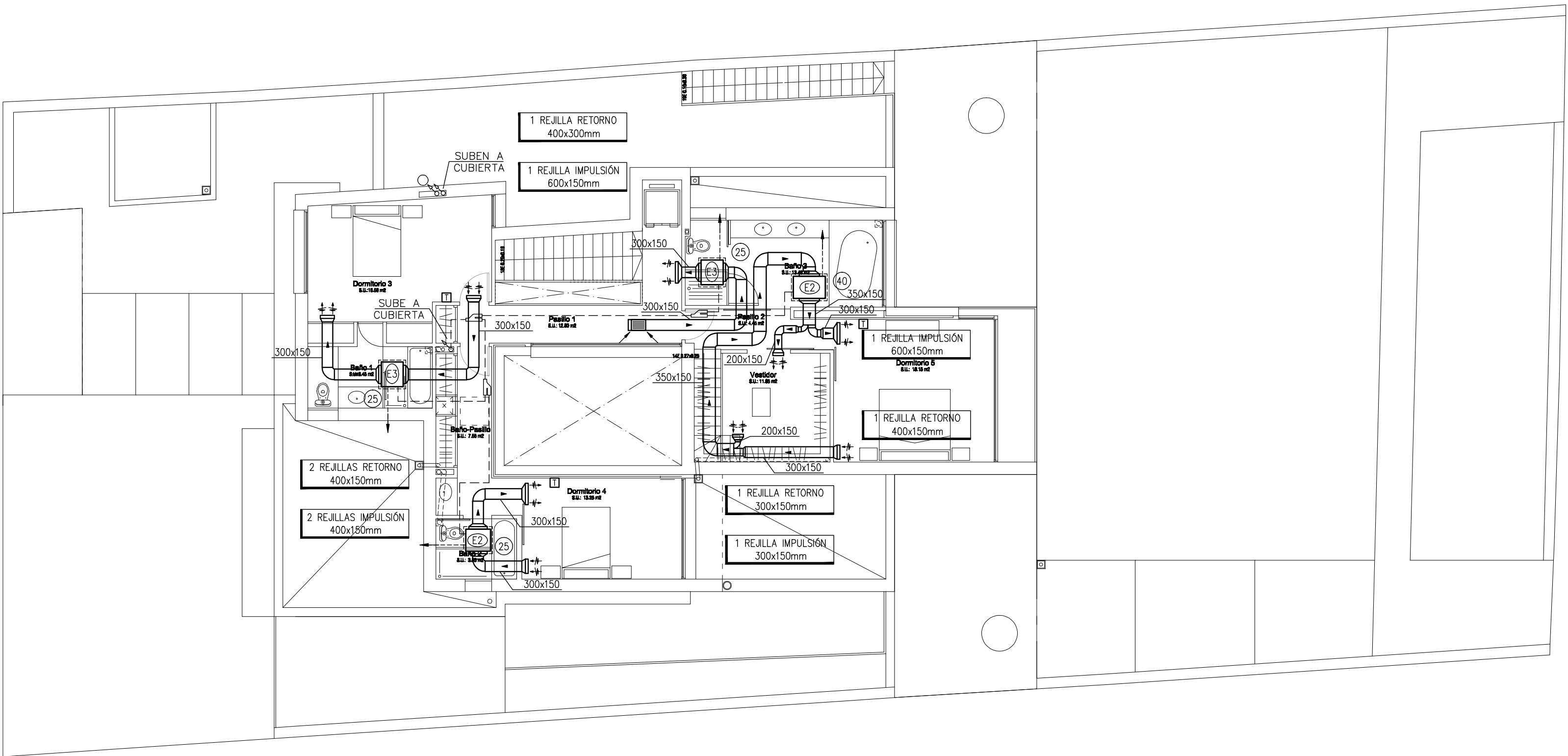
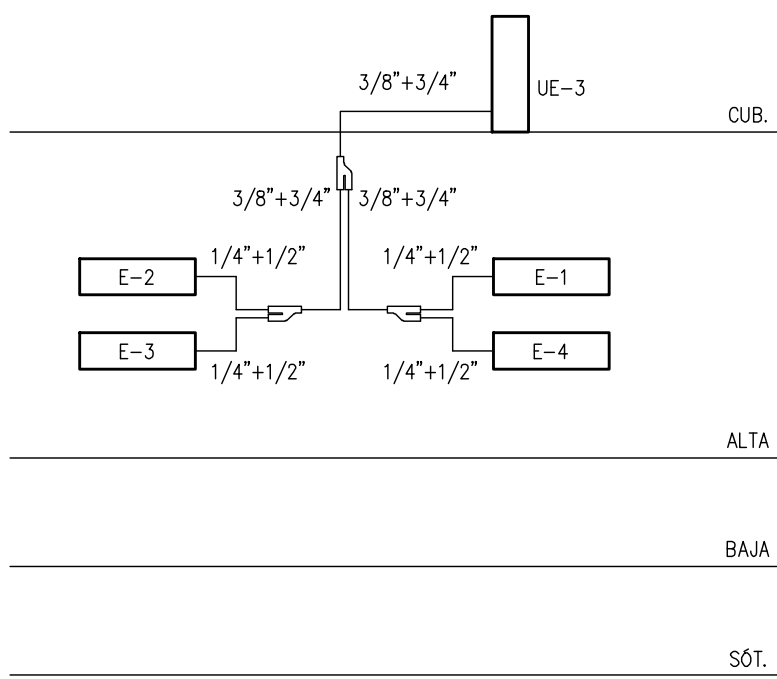
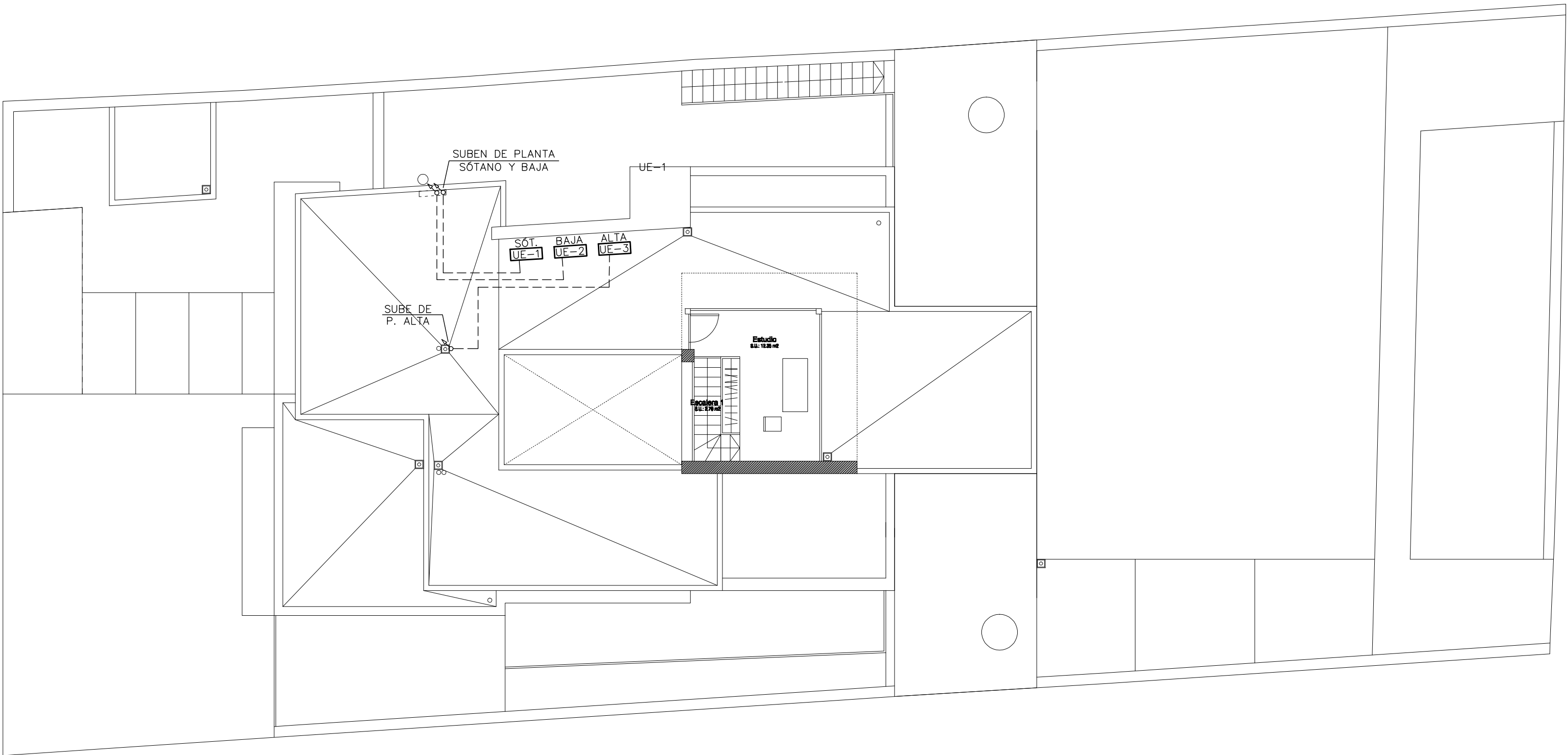
	Diámetro nominal	J (m. c. a. /m)	Longitud	Pérdida de carga (m. c. a.)	
Tuberías	15	0,13	25	3,25	
	10	0,11	10	1,1	
			Intercambiador	3	
			Captador	0,82	
				8,17	Suma
				0,817	10%
				9 m. c. a.	Total

Planos

Índice de planos

1. ICL – 1 Climatización. Sótano y Baja.
2. ICL – 1 Climatización. Alta y cubierta.
3. IC – 1 Calefacción y gas. Sótano y Baja.
4. IC – 2 Calefacción y gas. Alta y esquemas.
5. ACS – 1 Energía solar térmica





Proyecto fin de carrera.
Ingeniería técnica industrial
especialidad mecánica
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Autor: Ismael Mousa Puente
Tutor: Celia Sobrino Fernández

URBANIZACIÓN REAL CLUB DE GOLF
PROYECTO DE EJECUCIÓN DE VIVIENDA
UNIFAMILIAR
SEVILLA

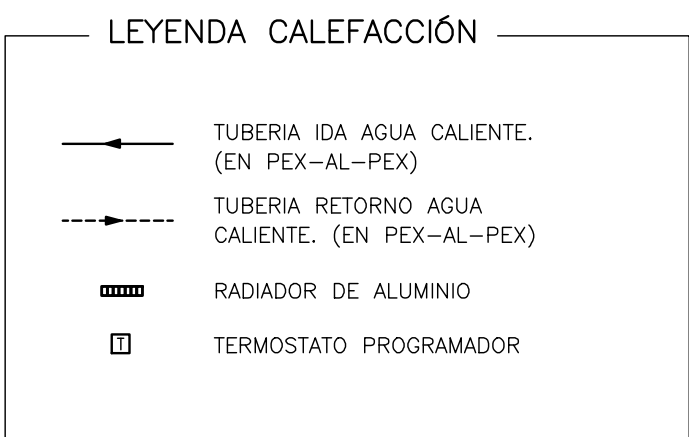
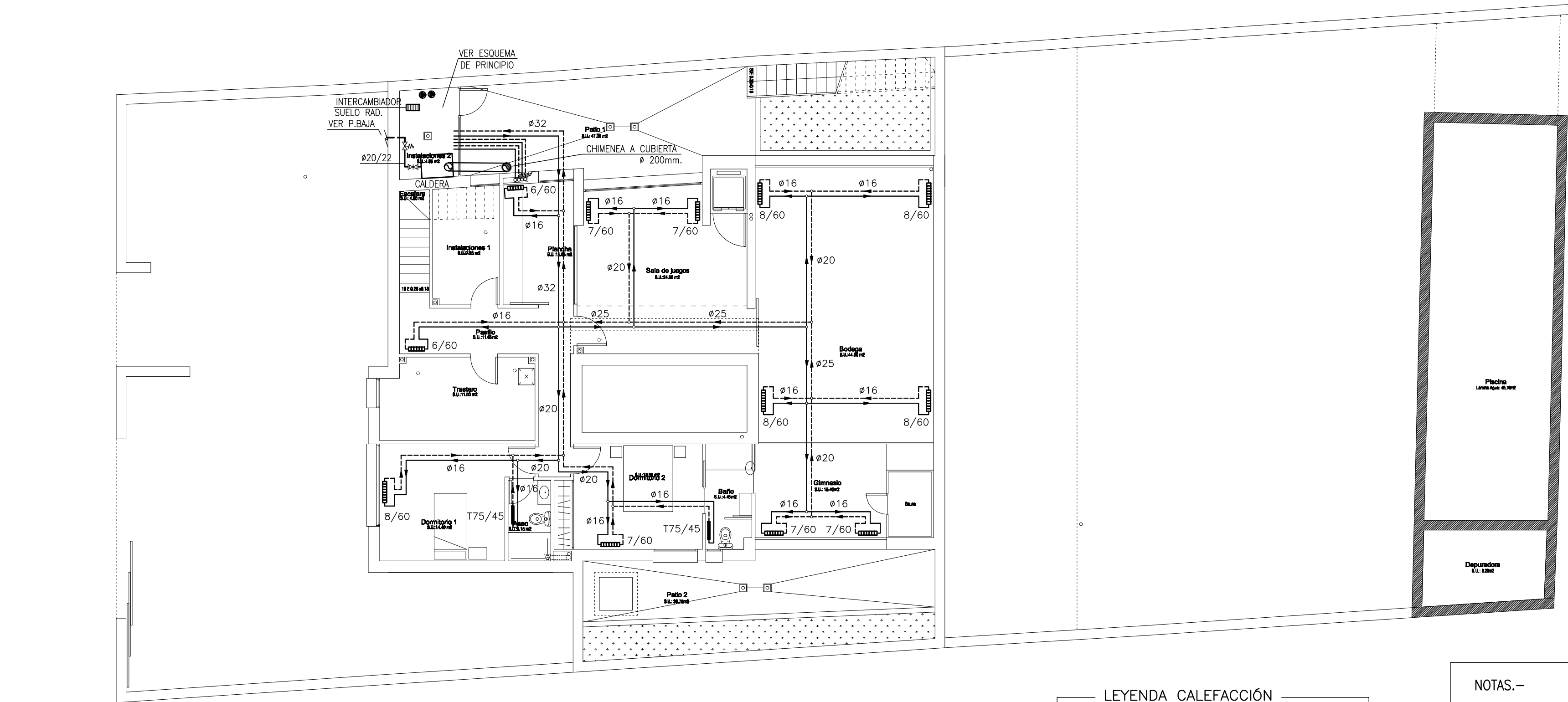
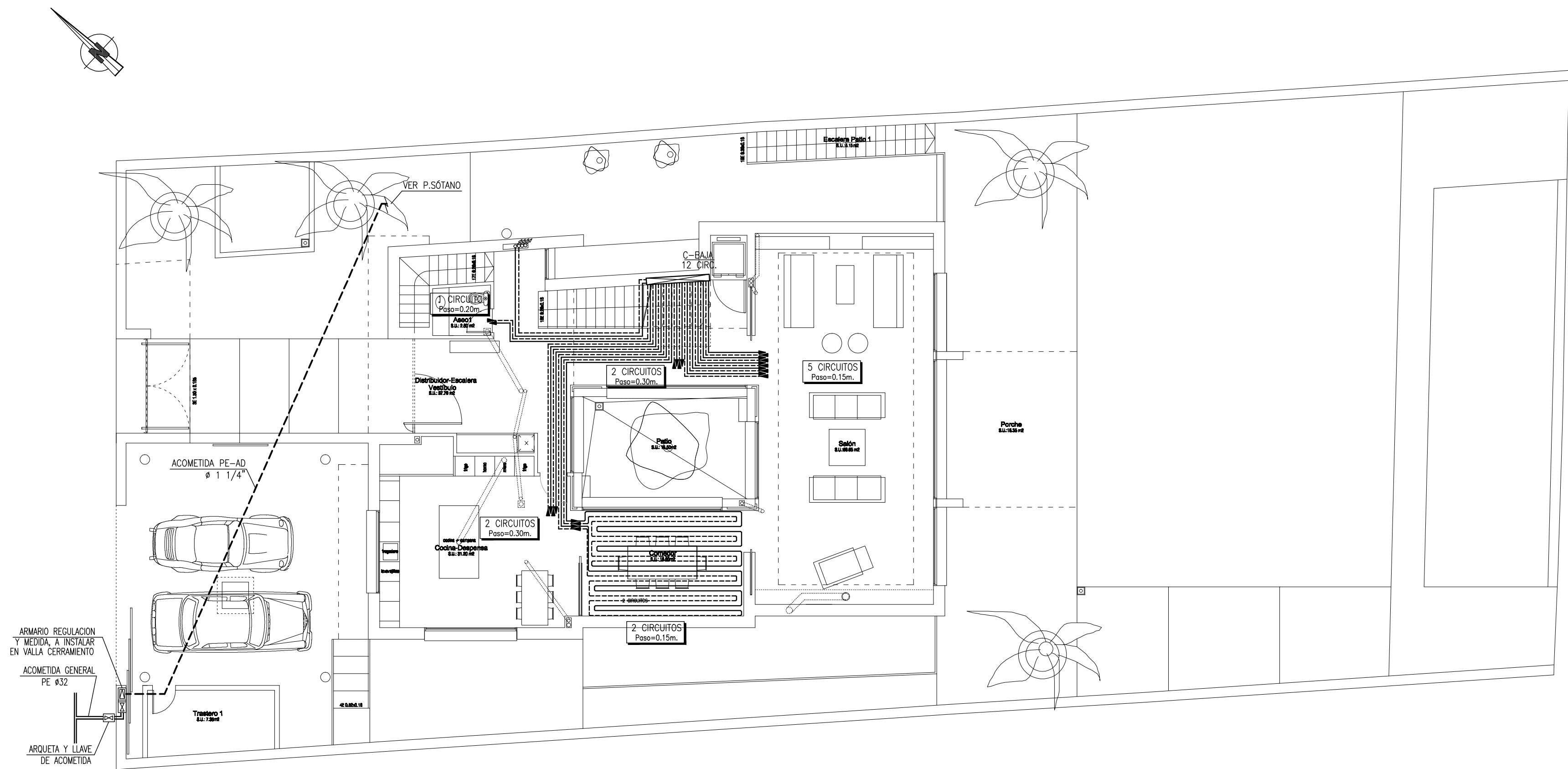
01
12

escala 1/100

ICL-2

CLIMATIZACIÓN
ALTA Y CUBIERTA

modificado:

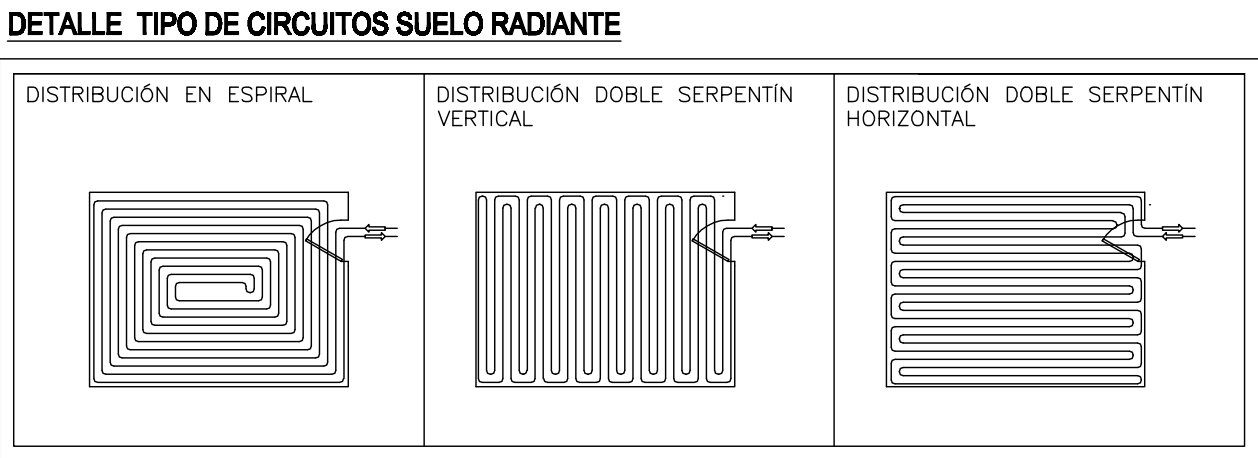


NOTAS.-

- TODOS LOS RADIADORES SERAN DE ALUMINIO MARCA ROCA O SIMILAR.
- TODOS LOS RADIADORES LLEVARAN PURGADOR AUTOMATICO DE BOYA. MARCA BRAUKMAN O SIMILAR
- TODAS LAS CONEXIONES A RADIADORES SERAN $\phi 16$
- LA TUBERIA DE DISTRIBUCION SERA DE PEX-AL-PEX PROTEGIDA.
- SIEMPRE IRA UN PROGRAMADOR EN CADA VIVIENDA PARA PODER REGULAR EL ENCENDIDO Y APAGADO.
- TODOS LOS RADIADORES LLEVAN VÁLVULA TERMOSTÁTICA.

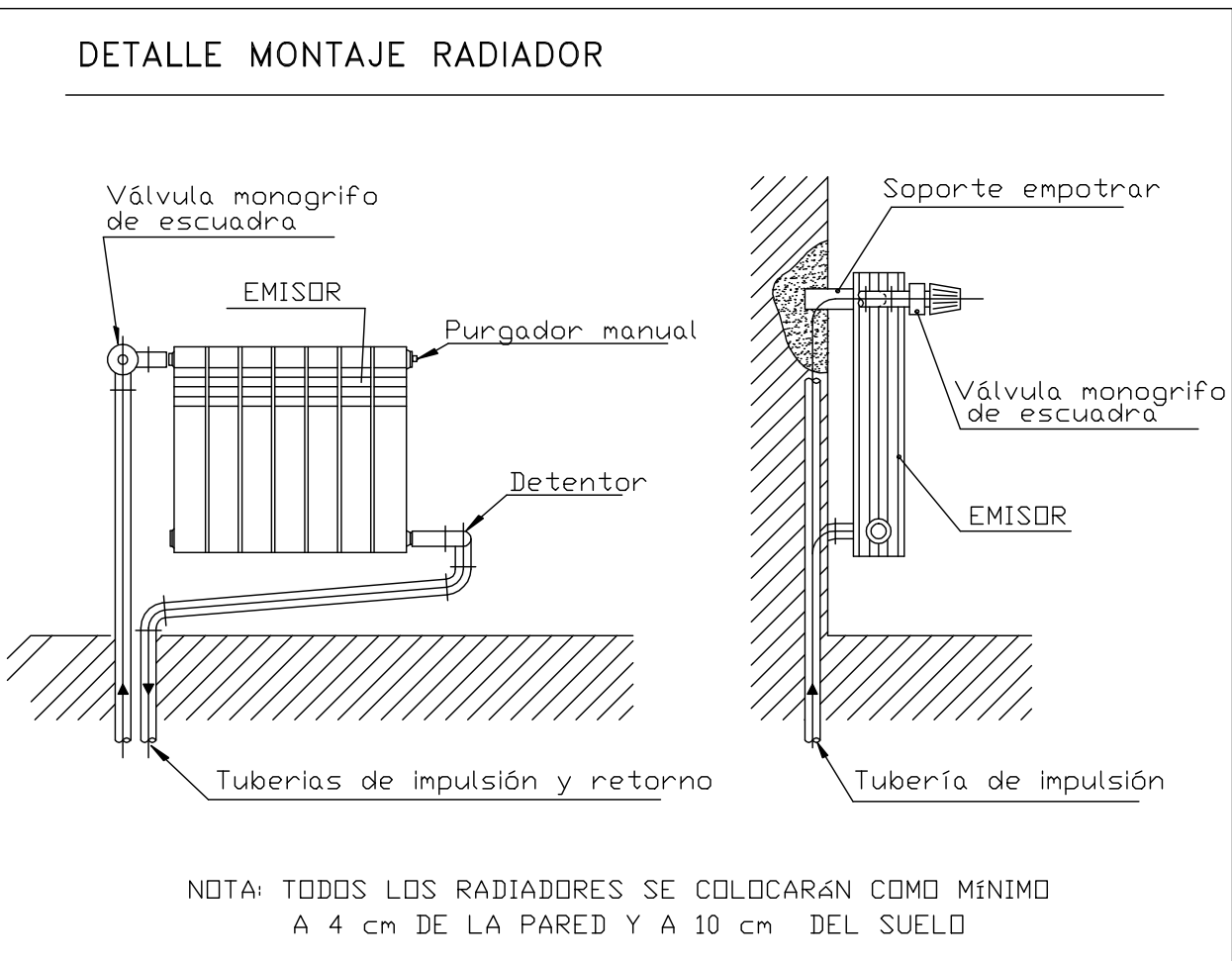
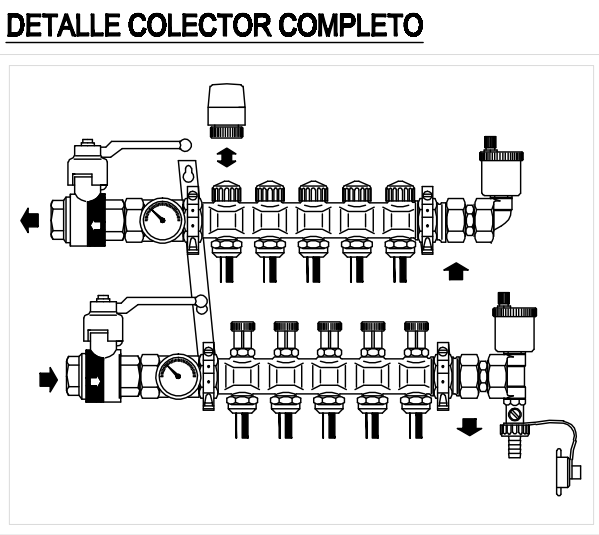
NOTAS INSTALACION SUELO RADIANTE

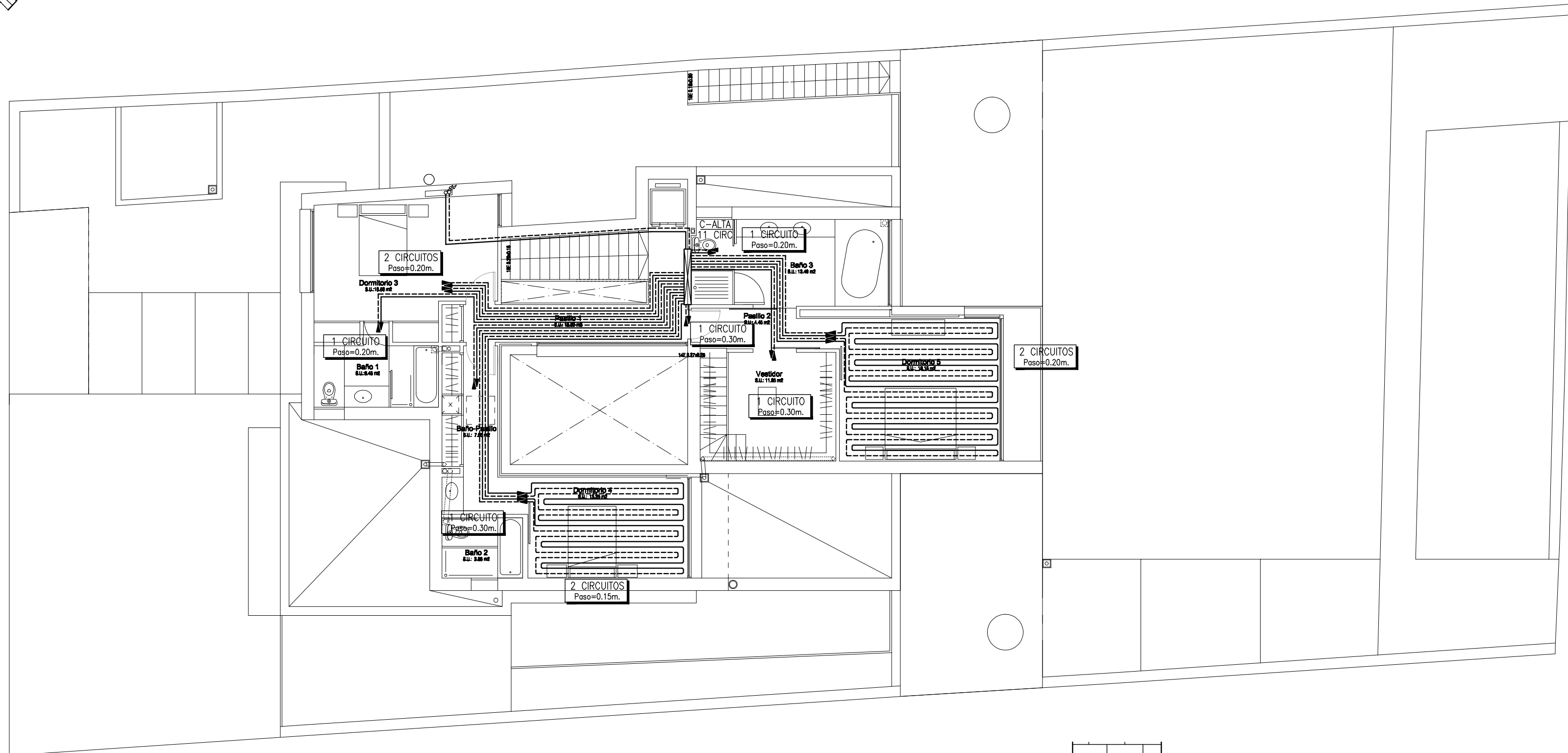
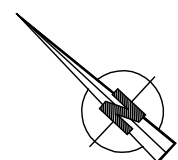
- LA TEMPERATURA DE IMPUSION SERA DE 45°C APROXIMADAMENTE
- EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS INDIVIDUALES DE SUELO RADIANTE SERA DE 16mm.
- LA SEPARACION ENTRE LA TUBERIA SERA SEGUN CALCULO
- LAS TUBERIAS DE IDA Y RETORNO DESDE LOS COLECTORES SERA DE PEX-AL-PEX
- LOS COLECTORES DE SUELO RADIANTE DISPONDRAN DE BANDEJA DE CONDENSADOS HACIA LA BAJANTE MAS PROXIMA.
- LAS TUBERIAS IRAN AISLADAS CONFORME AL RITE



DIMENSIONES DE COLECTORES

COLECTOR	Nº SALIDAS	DIMENSIONES (mm) AnxAlxF
C-BAJA	12	1000x110x550
C-ALTA	12	1000x110x550

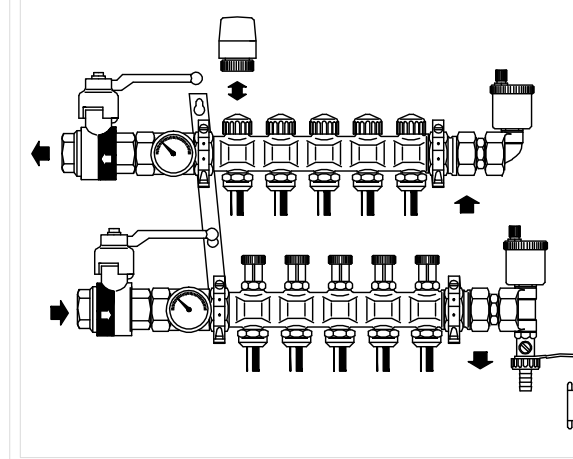




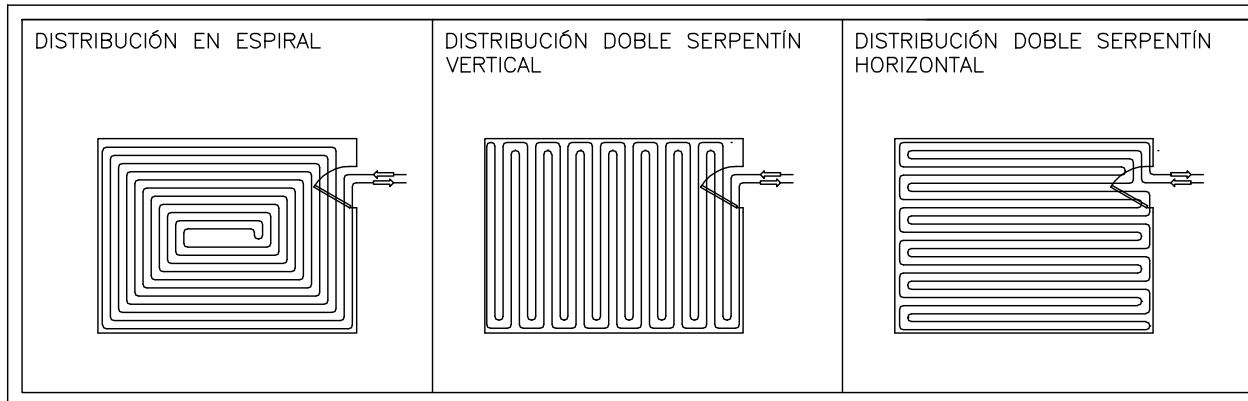
NOTAS INSTALACION SUELO RADIANTE

- 1.- LA TEMPERATURA DE IMPULSION SERA DE 45° C APROXIMADAMENTE
- 2.- EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS INDIVIDUALES DE SUELO RADIANTE SERA DE 16mm.
- 3.- LA SEPARACION ENTRE LA TUBERIA SERA SEGUN CALCULO
- 4.- LAS TUBERIAS DE IDA Y RETORNO DESDE LOS COLECTORES SERA DE PEX-AL-PEX
- 5.- LOS COLECTORES DE SUELO RADIANTE DISPONDRAN DE BANDEJA DE CONDENSADOS HACIA LA BAJANTE MAS PROXIMA.
- 6.- LAS TUBERIAS IRAN AISLADAS CONFORME AL RITE

DETALLE COLECTOR COMPLETO

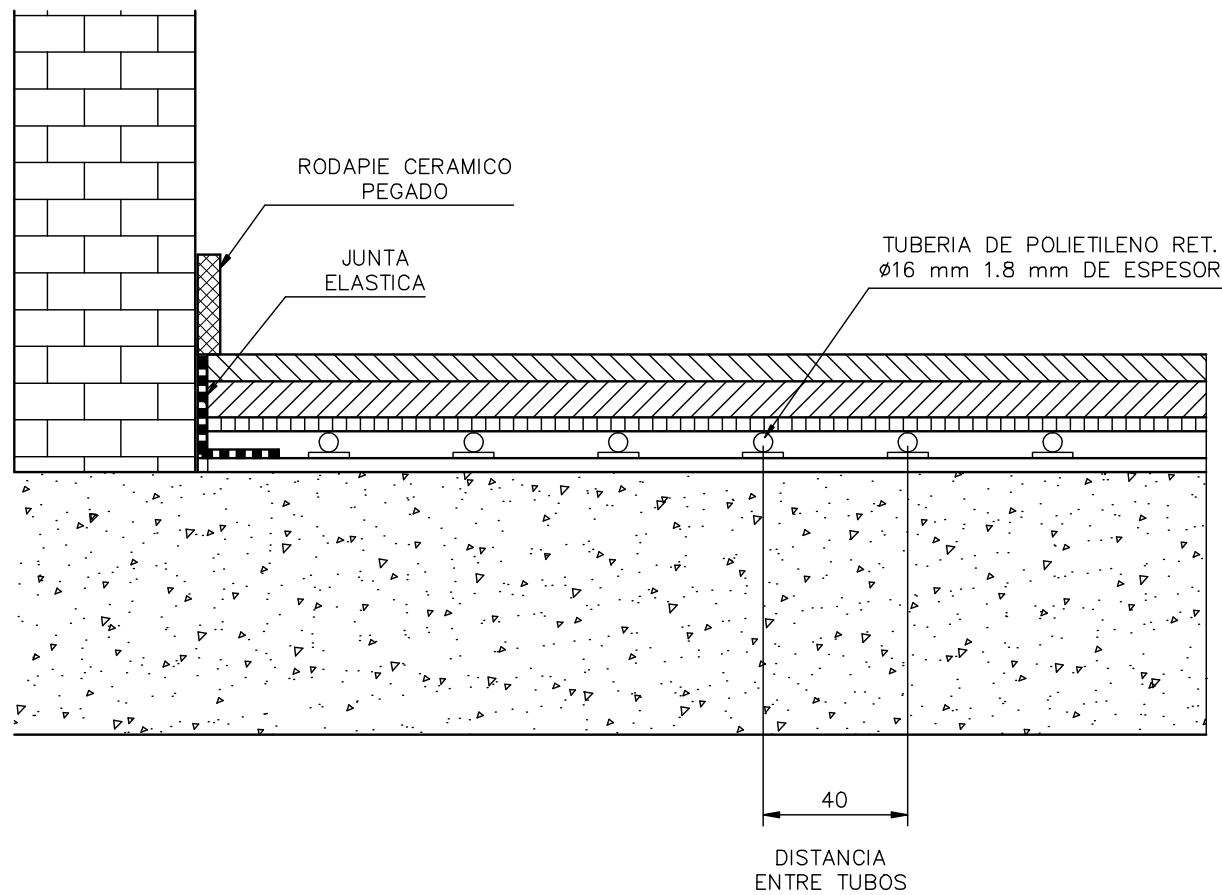
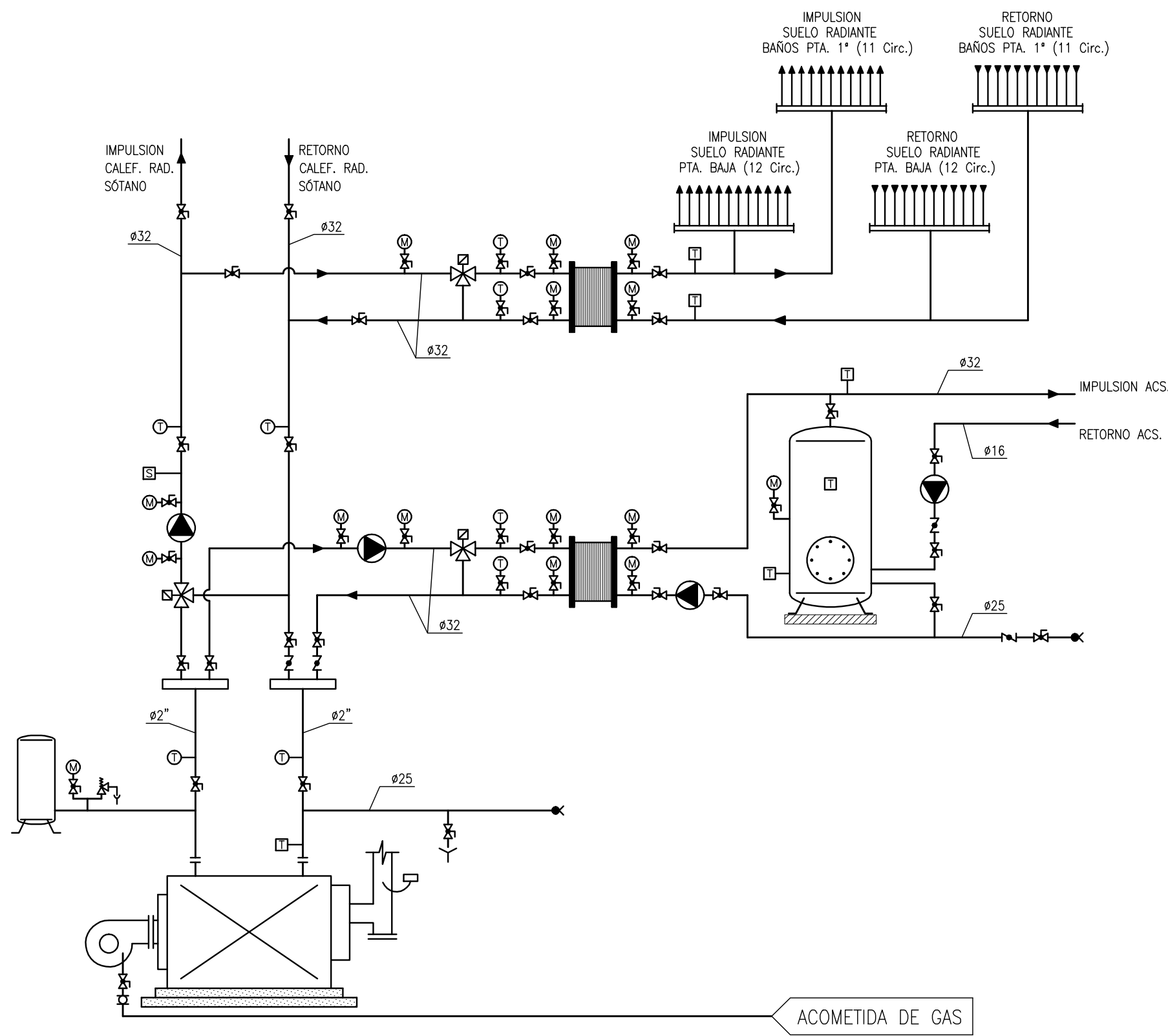


DETALLE TIPO DE CIRCUITOS SUELO RADIANTE



DIMENSIONES DE COLECTORES

COLECTOR	Nº SALIDAS	DIMENSIONES (mm) AnxAlxP
C-BAJA	12	1000x110x550
C-ALTA	11	1000x110x550



DETALLE INSTALACION SUELO RADIANTE POR AGUA CALIENTE

LEYENDA

- VALVULA DE BOLA
- VALVULA DE RETENCION
- VALVULA DE SEGURIDAD CON DESAGÜE CONDUCIDO
- VALVULA 3-VIAS
- BOMBA
- MANOMETRO
- TERMOSTATO
- SONDA
- MANGUITO ANTIVIBRATORIO

LEYENDA CALEFACCIÓN

- TUBERIA IDA AGUA CALIENTE. (EN PEX-AL-PEX)
- TUBERIA RETORNO AGUA CALIENTE. (EN PEX-AL-PEX)
- RADIADOR DE ALUMINIO
- TERMOSTATO PROGRAMADOR

Ficha Técnica Suelo radiante

Material	POLIETILENO RETICULADO UNE 53381
Diámetro tubo (mm)	16 x 1.8
Nº de colectores/circuitos	2 COLECTORES/CIRCUITOS S/ESQUEMA
Paso entre tubos (cm)	SEGUN PLANOS
Superficie aprox. circuito (m2)	VARIABLE
Salto térmico agua (°C) medio	10
Temperatura media agua (°C)	43/47
Caudal por circuito (l/h) medio	VARIABLE
Longitud máxima tubo/circuito (m)	100
Temperatura ambiente (°C)	18/20
Temperatura superficial (°C)	27
Aportación térmica unit. (Kcal/hm2) medio	VARIABLE
Aportación térmica total circuito (Kcal/h)	VARIABLE
Tubería de enlace	PE-AT
Tipo de unión	MANGUITOS SOLDABLES POR POLIFUSION
Notas	VER CALCULOS/DEPENDENCIA

NOTAS.-

- TODOS LOS RADIADORES SERAN DE ALUMINIO MARCA ROCA O SIMILAR.
- TODOS LOS RADIADORES LLEVARAN PURGADOR AUTOMATICO DE BOYA. MARCA BRAUKMAN O SIMILAR
- TODAS LAS CONEXIONES A RADIADORES SERAN Ø16
- LA TUBERIA DE DISTRIBUCION SERA DE PEX-AL-PEX PROTEGIDA.
- SIEMPRE IRA UN PROGRAMADOR EN CADA VIVIENDA PARA PODER REGULAR EL ENCENDIDO Y APAGADO.
- TODOS LOS RADIADORES LLEVAN VÁLVULA TERMOSTÁTICA.

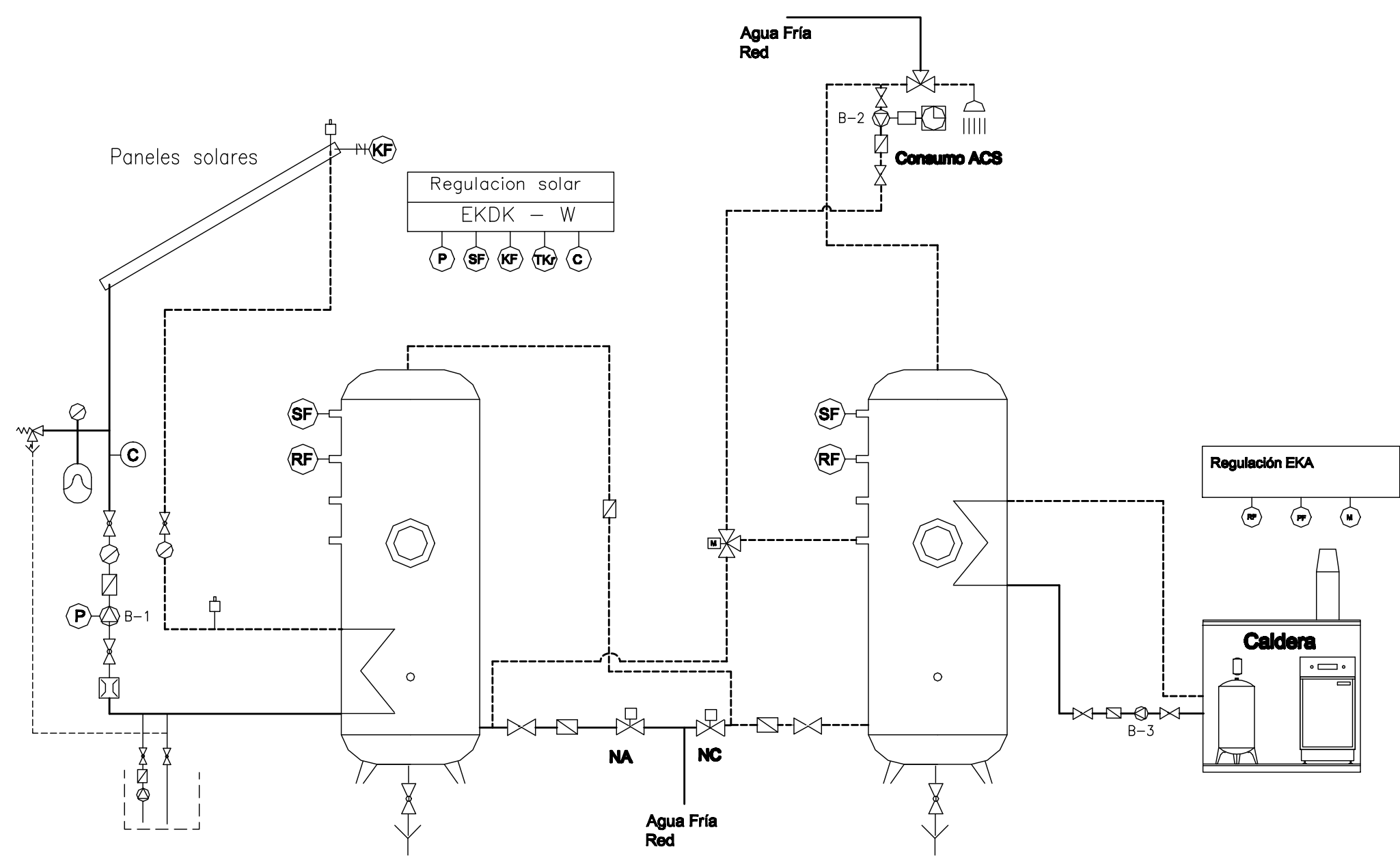
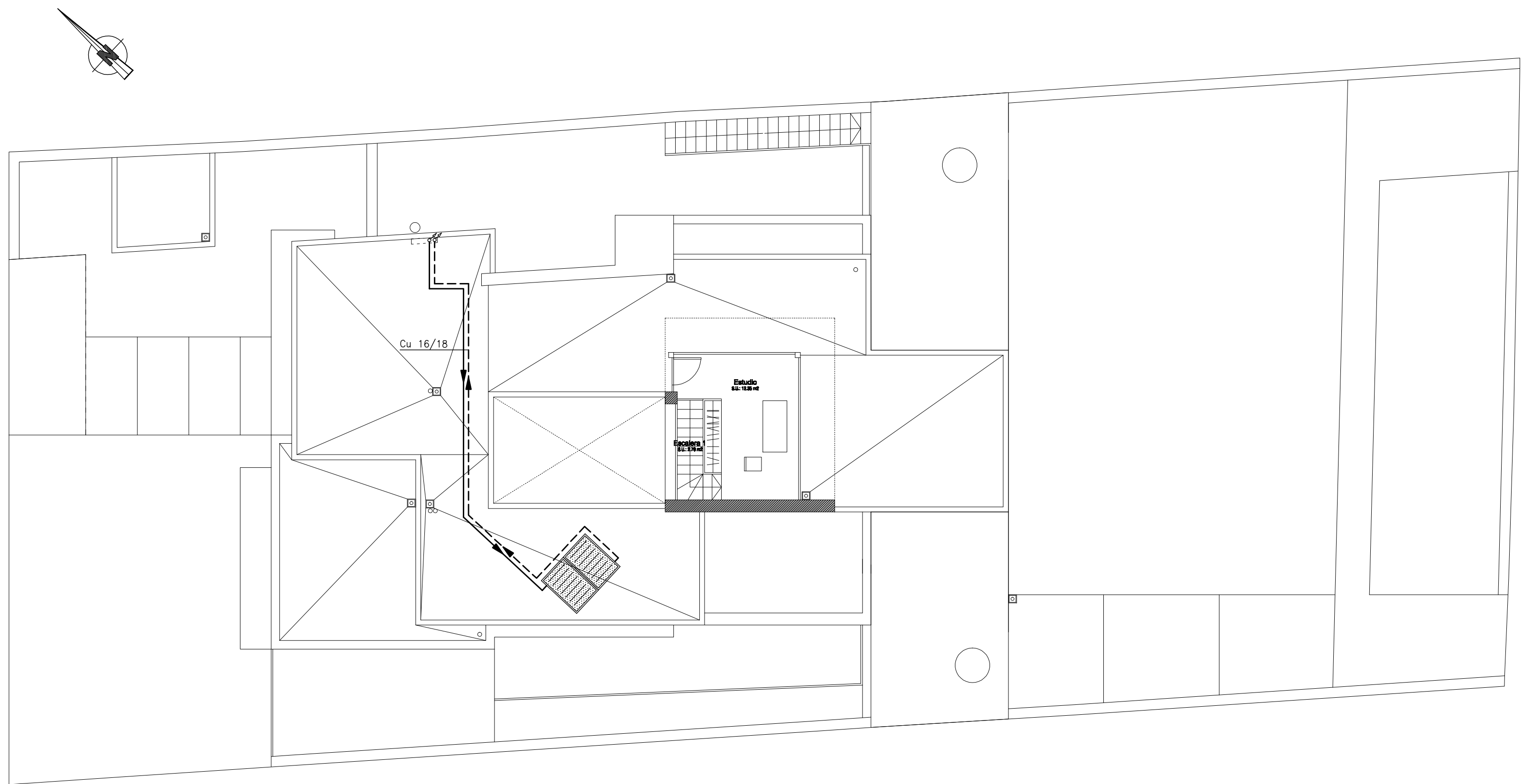
ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CALEFACCION Y A.C.S.

URBANIZACIÓN REAL CLUB DE GOLF
PROYECTO DE EJECCUCIÓN DE VIVIENDA
UNIFAMILIAR
SEVILLA

Proyecto fin de carrera.
Ingeniería técnica industrial
especialidad mecánica
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Autor: Ismael Mousa Puente
Tutor: Celia Sobrino Fernández

01
12
escala 1/100

IC-2
CALEFACCIÓN Y GAS
ALTA Y ESQUEMAS
modificado:



ESQUEMA ENERGIA SOLAR

LEYENDA

	Valvula de seguridad		Bomba
	Programador		Válvula de tres vías
	Vaso de expansión		Válvula de dos vías
	Purgador		Válvula de tres vías Mezcladora
	Sonda		Termómetro
	Válvula de corte		Manómetro
	Regulador caudal		Válvula antirretorno
	Caudalímetro		

CARACTERISTICAS DE BOMBAS

BOMBA	CAUDAL (m³/h)	PRESION (bar)	TIPO
B-1	0.5	12	SEDICAL Ó SIMILAR
B-2	1	15	SEDICAL Ó SIMILAR
B-3	0.5	12	SEDICAL Ó SIMILAR

Proyecto fin de carrera.
Ingeniería técnica industrial
especialidad mecánica
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Autor: Ismael Mousa Puente
Tutor: Celia Sobrino Fernández

URBANIZACIÓN REAL CLUB DE GOLF
PROYECTO DE EJECUCIÓN DE VIVIENDA
UNIFAMILIAR
SEVILLA
01
12
escala 1/100
ACS-1
ENERGÍA SOLAR
TÉRMICA
modificado: